UNIVERSITÉ D'ALGER
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE D'ALGER

Année 1921. — N° 24

MESURE

DE LA

TENSION ARTÉRIELLE

Etude comparée des méthodes sphygmomanométriques

(Travail du Laboratoire de Physique médicale — M. le Professeur DUFOUR).

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 5 Juillet 1921

PAR

M. BEN SALEM Aïssa ben Abdelkader

Né à Bou-Saâda (Alger), le 17 novembre 1895

MEMBRES DU JURY :

MM. HÉRAIL, Professeur de thérapeutique et de matière médicale..... PRÉSIDENT

POUJOL, Professeur d'Anatomie pathologique } ASSESSEURS
AUBRY, Agrégé (Médecine)..... }

IMPRIMERIE P. ANGÉLIS, 9, RUE DUCOS-DE-LA-HITTE, ALGER.

MESURE

DE LA

TENSION ARTÉRIELLE

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536515_0019

UNIVERSITÉ D'ALGER
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE D'ALGER

Année 1921. — N°

MESURE

DE LA

TENSION ARTÉRIELLE

Etude comparée des méthodes sphygmomanométriques

(Travail du Laboratoire de Physique médicale — M. le Professeur DUFOUR).

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 5 Juillet 1921

M. BEN SALEM Aïssa ben Abdelkader

Né à Bou-Saâda (Alger), le 17 novembre 1895

MEMBRES DU JURY :

MM. HÉRAIL, Professeur de thérapeutique et de matière médicale..... PRÉSIDENT

POUJOL, Professeur d'Anatomie pathologique } ASSESSEURS
AUBRY, Agrégé (Médecine)..... }

IMPRIMERIE P. ANGÉLIS, 9, RUE DUCOS-DE-LA-HITTE, ALGER.

UNIVERSITÉ D'ALGER

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Doyen..... MM. CURTILLET (O. ✻, I. ✪).
Assesseur..... HÉRAIL (I. ✪).

PROFESSEURS

Anatomie.....	MM. WEBER (✻, I. ✪, ✵).
	LEBLANC (✻, I. ✪, ✵).
Anatomie pathologique.....	POUJOL (I. ✪).
Chimie biologique et toxicologie	MAILLARD (✻, I. ✪, ✪)
Chimie minérale et organique.....	H. GUILLEMARD
Clinique médicale.....	ARDIN-DELTEIL (I. ✪).
Clinique chirurgicale.....	VINCENT (I. ✪).
Clinique chirurgicale infantile et d'orthopédie	CURTILLET (O. ✻, I, ✪).
Clinique obstétricale.....	ROUVIER (✻, I. ✪).
Clinique ophtalmologique.....	CANGE (✻, I. ✪).
Clinique médicale infantile.....	GILLOT (I. ✪).
Clinique des maladies des pays chauds, des maladies syphilitiques et cutanées.....	N. .
Histoire naturelle médicale et parasitologie...	TRABUT (✻, I. ✪. O. ✪).
Histologie.....	ARGAUD (✻, I. ✪, ✪).
Hygiène.....	CHASSEVANT (✻, I ✪, ✪)
Médecine légale.....	MICHELEAU (✻, I. ✪).
Matière médicale et thérapeutique.....	HERAIL (I. ✪).
Pathologie générale et microbiologie.....	SOULIE (✻, I. ✪).
Pharmacie.....	MUSSO (I. ✪).
Physiologie.....	TOURNADE (✻, ✵).
Physique médicale.....	DUFOUR (I ✪).

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. A. TREILLE (O, ✻).
REY (✻, I. ✪).
MM. BATTANDIER (I. ✪).
MALOSSE, Théod. (I. ✪, ✪).

CHARGÉ DE COURS

Médecine opératoire..... M. CABANES (✻, ✵).

AGRÉGÉS

Chirurgie.....	MM. COSTANTINI (✻, ✵).
	LOMBARD (✵).
Médecine.....	RAYNAUD (✵).
	AUBRY (✻, ✵).
Physiologie.....	GIRAUD (✻, ✵).
Histoire naturelle médicale et parasitologie..	SENEVET (✵).

CHARGÉS DES FONCTIONS D'AGRÉGÉ

Accouchements.....	MM. FUSTER (✻, ✵ I. ✪).
Chimie.....	H. MALOSSE (✵, I. ✪).
Anatomie.....	FERRARI (A. ✪, ✵).
Pharmacie et matière médicale..	X. ...

NOTA. — La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs

AVANT-PROPOS

C'est pour moi un bien agréable devoir, en accomplissant l'acte ultime de ma scolarité, que de remercier tous ceux qui furent mes maîtres.

Je ne saurai jamais comment remercier mon vénéré maître, Monsieur le Professeur Dufour ; depuis Décembre 1915, date à laquelle il m'a connu comme élève de mathématiques spéciales au Lycée d'Alger, jusqu'à ce jour, Monsieur Dufour n'a cessé d'être pour moi un conseiller bien-veillant, un ami plutôt qu'un maître. Jamais je n'ai fait appel en vain à son savoir et à son expérience. Pendant ces deux dernières années, Monsieur le Professeur Dufour a bien voulu m'agréer comme préparateur au Laboratoire de Physique médicale. Ma joie eût été complète s'il avait pu me faire l'honneur de présider cette soutenance de thèse : les circonstances seules l'en ont empêché. Je prie Monsieur le Professeur Dufour de vouloir bien trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance et de mon entier dévouement.

Qu'il me soit permis d'évoquer la mémoire de

mon regretté maître, Monsieur le Professeur Crespin : les conseils de ce savant, au cœur sensible et bon, son enseignement lumineux ont été pour moi d'un précieux secours.

Je tiens à assurer de ma reconnaissance mon maître Monsieur le Professeur Hérail qui a bien voulu me faire l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse, ainsi que mes maîtres, Monsieur le Professeur Poujol et Monsieur le Professeur agrégé Aubry.

Mes remerciements iront à mes maîtres :

Messieurs les Professeurs Rey, Curtillet, Leblanc, Ardin-Delteil, Argaud, Vincent, Rouvier, Gillot, Chassevant, Micheleau, Soulié, Maillard ; Messieurs les Professeurs agrégés Reynaud, Lombard, Constantini ; Messieurs les Docteurs Benhamou, Pélissier, Aboulker, Poujet, Montpellier.

Mademoiselle Vandomber, ex-maîtresse Sage-Femme à la Maternité, voudra bien agréer, avec mes respectueux hommages, l'expression de ma profonde reconnaissance.

Que Messieurs Ahmed, Mohammed, Allaoua et Saïd Ben Aly Chérif ; Messieurs les Caïds Smati Mohammed et Larbi ; Monsieur le Cadi Hamed Abdelouahab ; mes aînés : les Docteur Smati et Lehtihet, Maîtres Laïmèche et Aït-Kaci ; mes amis ; mes camarades d'études, veuillent bien croire à mon inaltérable amitié.

A la mémoire de ma Mère

A la mémoire de mon Père

A mes Sœurs

A mes Frères

A mon Oncle

Monsieur MADANI BEN MOHAMMED

Interprète judiciaire à Bou-Saâda

A mes Parents

A mon cher Maître

Monsieur le Professeur DUFOUR

Professeur de Physique médicale

« Respectueux témoignage
de ma reconnaissance. »

A mon Maître et Président de Thèse

Monsieur le Professeur HÉRAIL

Professeur de Matière médicale et de thérapeutique

Qui m'a fait l'honneur
de présider cette Thèse.

A mes Juges

Monsieur le Professeur POUJOL

Professeur d'Anatomie pathologique

Monsieur le Professeur agrégé AUBRY

INTRODUCTION

L'étude de la tension artérielle, systématisée surtout depuis le dernier quart du XIX^e^ siècle, prend une importance clinique de jour en jour plus considérable.

Cela tient à ce que, si elle nous permet de connaître, dans une certaine mesure, l'état anatomique du cœur, elle nous renseigne surtout sur son état fonctionnel : étudier la tension artérielle, c'est donc étudier la fonction cardiaque[1]. *Or, le cœur est en relations étroites avec les différents viscères du corps humain et son fonctionnement se règle toujours sur l'état anatomique de ces viscères et sur les besoins de l'organisme : voilà de quoi augmenter le champ d'investigation de la sphygmomanométrie.*

Le cœur devant, à tout instant, s'adapter à la tâche, toujours variable, qu'il a à remplir, son effort sera : " le reflet des exigences de la circulation périphérique ". La question s'élargit donc

(1) Le meilleur appareil permettant d'étudier la fonction cardiaque serait, peut-être, le galvanomètre de Einthoven, qui nous renseigne sur la "pile cardiaque". (Voy. Weiss, *Précis de Physique biologique*, éd. 1913, p. 466, et Collet, *Précis de Pathologie interne*, 7^e^ éd., vol. 2, p. 309).

puisque la tension, en nous renseignant sur l'état fonctionnel du cœur, nous fait connaître par cela même, l'état du système vasculaire et des différents viscères et l'on comprend que sa valeur séméiologique se soit accrue dans de si grandes proportions, surtout pendant ces dernières années.

Et cependant, malgré les indications précieuses que le praticien peut retirer de l'emploi de la sphygmomanométrie, il est de fait qu'elle n'est pas utilisée par la grande majorité des médecins. Bien plus, beaucoup d'entre eux, non seulement ne s'en servent pas, mais lui refusent toute valeur séméiologique et toute exactitude. Quelques-uns vont même jusqu'à dire qu'elle est inutile et que rien ne vaut le palper digital de " nos vieux pères". Comme le remarque si justement Gallavardin, la même objection avait été faite contre le thermomètre et son emploi ne s'en est pas moins généralisé.

A lire les nombreuses publications consacrées à la tension artérielle, on serait tenté d'approuver ces esprits chagrins : chaque méthode est la seule vraie, la seule exacte d'après ses partisans qui ne veulent à aucun prix des autres méthodes : à l'appui de leurs assertions ils apportent de nombreuses preuves — peut-être ne sont-elles pas toutes recueillies avec l'impartialité voulue — qui laissent un lecteur non averti, assez perplexe.

Si la sphygmomanométrie ne s'est pas plus vulgarisée, cela nous paraît devoir être attribué :

aux appareils employés, *fragiles, difficiles à manier, plus ou moins encombrants et dont la graduation laisse toujours à désirer comme exactitude :*

à la technique, *délicate et surtout peu précisée, laissant ainsi beaucoup de marge au " coefficient personnel " du praticien : de sorte que celui-ci placera — quelle que soit sa bonne foi — ses index ou plus haut, ou plus bas, selon que l'examen général du malade lui aura fait supposer une hypertension ou une hypotension,*

enfin à l'interprétation des résultats, *toujours plus ou moins faussée par cette idée préconçue, si averti que soit le médecin.*

Ces considérations ont engagé notre Maître, Monsieur le Professeur Dufour — qui nous a souvent répété, au cours de l'élaboration de ce travail, cette phrase de Monsieur Brillouin, actuellement Professeur au Collège de France " ce n'est pas tout de faire une mesure, il s'agit de savoir ce que l'on mesure et comment l'on mesure " — à nous conseiller d'étudier ce sujet et de tâcher par des mesures comparatives de déterminer, parmi les méthodes proposées, celle qui, tout en étant la plus exacte, nécessite l'instrumentation la plus simple, la moins difficile à manier, la moins fragile et *— question d'importance actuelle —* la moins onéreuse.

C'est ce que nous avons essayé de faire :

dans le premier chapitre de notre travail nous traiterons la question au point de vue général ;

dans les trois suivants, nous exposerons succintement, les différentes méthodes sphygmomanométriques,

enfin, dans le dernier chapitre, nous comparerons entre eux les résultats donnés par ces méthodes : de ces comparaisons découlera notre conclusion.

L'étude de la tension générale se rattache intimement à l'étude de la tension dans les branches de l'artère centrale de la rétine. Le débit de ces artères qui proviennent de la carotide,est évidemment influencé par les variations de pression qui se produisent dans la carotide.

Ces artères étant facilement visibles à l'ophtalmoscope, l'étude de leur tension est d'un réel intérêt pour l'oculiste, car beaucoup d'affections oculaires semblent avoir, à leur origine, une lésion primitive du système artériel local. Le clinicien peut aussi en tirer profit : on connaît le rapport étroit qui existe entre les artères rétiniennes et les artères cérébrales, nées d'une origine commune et ayant les mêmes caractères de vaisseaux terminaux. Ce rapport est tel que les physiologistes identifient les deux circulations ; en pathologie, ce même rapport existe : " dans l'évolution de l'artério-sclériose, il y a beaucoup de chances pour que les artères de la rétine et celles du cerveau soient simultanément ou successivement atteintes ". (Rohmer, *Rapport sur l'artério-sclérose oculaire*, B. et M. de la Société française d'Ophtalmologie, 1906, p. 63).

Cette étude a donc sa valeur séméiologique bien établie, qu'elle soit utilisée pour connaître l'état de l'œil ou qu'elle le soit pour avoir, par déduction, l'état de l'arbre artériel cérébral.

L'ophtalmoscopie, telle qu'elle est pratiquée ordinairement, ne nous permet de voir les lésions résultant des troubles circulatoires dans l'œil (sclérose, atrophie, anévrysmes, hémorragies, etc...), que lorsqu'il est malheureusement trop tard : la thérapeutique est alors impuissante dans la grande majorité des cas.

Il serait bien plus intéressant, pour le praticien et surtout pour le malade, de surprendre ces troubles à leurs débuts, bien avant qu'ils aient eu le temps de toucher les tuniques artérielles : l'étude de la tension dans les branches de l'artère centrale de la rétine, datant des travaux de M. Bailliart, permet ces constatations et il est probable que cette méthode, née d'hier et encore à ses débuts, prendra plus tard (du fait qu'elle nous renseigne et sur l'œil et sur le cerveau) une importance égale à celle de la sphygmomanométrie ordinaire.

Dans la mesure de cette tension, on est obligé de se servir du tonomètre de Schiotz, instrument construit pour la mesure de la tension intra-oculaire. D'ailleurs, tension artérielle en général, tension dans les artères de la rétine et tension intra-oculaire, sons trois phénomènes connexes qu'il est impossible d'étudier séparément.

Notre première idée avait été d'étudier avec la tension en général, les deux autres méthodes : nous aurions voulu faire, en ce qui concernel'œil, la même étude expérimentale que pour la tension artérielle, et voir dans quelles limites il faut admettre les données fournies par les auteurs sur ces questions.

Dans l'impossibilité matérielle de le faire, nous avons dû restreindre notre plan, mais nous avons tenu a donner en appendice — bien que cela soit alors un peu en dehors de notre sujet — les principes de ces deux méthodes employées par les ophtalmologistes et à décrire les appareils dont ils se servent (tonomètre de Schiotz et dynamomètre de Bailliart).

CHAPITRE PREMIER

Généralités

A. — Définitions :

Qu'est-ce que la tension artérielle ? Quelle en est l'origine ?

A chaque systole une certaine quantité de sang est envoyée par le cœur dans l'aorte : cette ondée est sous une tension supérieure à celle qui régnait à l'intérieur de ce vaisseau puisqu'elle a pu soulever les valvules sigmoïdes ; une partie de cette ondée va chasser de l'arbre artériel une égale quantité de sang, l'autre partie distendra les parois des artères en attendant de s'écouler à son tour.

La paroi, ainsi distendue, tend, de par son élasticité, à revenir sur elle-même et va exercer, sur le sang qu'elle contient, une compression égale à celle qui a produit sa dilatation.

Ainsi ces deux phénomènes — la distension des parois de l'artère par le sang qui y est contenu sous une certaine tension et la contrepression qu'exerce en retour la paroi sur son contenu — se contrebalancent à chaque instant ; ils sont donc jus-

ticiables d'une commune mesure, puisqu'ils ont, à leur origine, la même cause. C'est ce qui explique pourquoi, dans la pratique, tension sanguine et tension artérielle ont même signification.

Ces considérations nous permettent donc de dire que : *la tension artérielle est une force créée par la contraction ventriculaire, entretenue par la réaction de la paroi vasculaire à la distension, réglée par la résistance des vaisseaux périphériques à l'écoulement du sang.* (Gallavardin). Cette définition de la tension artérielle a l'avantage de faire ressortir les trois facteurs qui, en clinique, font varier cette tension.

Si, par un procédé quelconque, on prend un tracé de la tension artérielle, ou plutôt du pouls, et si l'on fait durer assez longtemps l'inscription, on voit que la courbe présente trois sortes d'oscillations : les plus nettes, les plus nombreuses et les plus importantes sont d'origine cardiaque et se produisent à chaque systole ; les autres, dont l'effet s'exerce sur un nombre plus ou moins considérable des systoles consécutives, sont soit d'origine respiratoire, soit d'origine vaso-motrice.

La sphygmomanométrie ne s'occupe que des premières. A chaque systole la courbe et, par suite, la tension passent par un maximum ne représentant dans cette évolution qu'un moment d'une extrême fugacité, car, aussitôt ce maximum atteint, la courbe s'abaisse rapidement jusqu'à un certain niveau. Puis, le cœur se contractant de nouveau, la courbe remonte et décrit une nouvelle figure identique à la première. Le maximum correspond à la systole ventriculaire et la tension qu'il représente

s'appellera *tension systolique* ou *tension maxima* (Mx) ; le minimum s'observe à la fin de la diastole : il figurera la *tension diastolique* ou *tension minima* (Mn).

La tension artérielle ne descend pas au-dessous de ce minimum qui représente ce que Pachon appelle « la charge réelle permanente » des artères, alors que le maximum n'en est qu'une charge intermittente.

La différence entre ces deux valeurs extrêmes s'appelle *pression variable* ou *pression différentielle* (PD) et représente l'effort que le cœur est obligé de donner à chaque systole, tandis que la valeur de la pression minima représente la pression constante qui, régnant toujours à l'intérieur des artères, règle l'effort du cœur, celui-ci devant « nécessairement, pour le moins, proportionner son effort à la résistance, c'est-à-dire à la valeur de la pression minima qui tient fermées les valvules sigmoïdes » (Pachon).

B. — But de la sphygmomanométrie.

La sphygmomanométrie se propose de mesurer, aussi exactement que possible, les valeurs de ces tensions maxima et minima, de nous renseigner ainsi sur le cœur et de nous permettre de déduire des conclusions cliniques sur lesquelles reposeront souvent notre diagnostic, notre pronostic et notre thérapeutique.

Elle fut créée en 1733 quand l'Anglais Stéphen Hales, mettant directement en rapport l'artère fémorale d'un chien avec un tube de verre vertical de trois mètres de hauteur, vit le sang s'y élever à une

hauteur moyenne de 8 pieds 3 pouces — soit deux mètres 50 environ — et s'y maintenir en faisant des oscillations.

Mais c'est seulement depuis la dernière moitié du XIX[e] siècle que la méthode fût systématiquement étudiée et reçut de multiples perfectionnements. Les appareils employés sont très nombreux, les indications qu'ils donnent assez diverses pour que l'on discute encore sur la supériorité de l'un ou de l'autre.

C. — Difficultés de la sphygmomanométrie

D'où vient cette discordance et où réside la difficulté de ces mesures ? Elles nous paraisssent tenir à deux causes principales : tout d'abord à ce que la sphygmomanométrie ne peut être directe ; en second lieu à ce qu'elle s'applique à un problème d'hydrodynamique et non à une question d'hydrostatique.

I. — La sphygmomanométrie est indirecte.

En clinique, on ne peut évidemment pas mettre l'artère, dont on veut connaître la tension, en rapport avec le manomètre, d'où l'interposition nécessaire, entre cette artère et ce manomètre, de plusieurs obstacles (paroi artérielle, parties molles, membrane de caoutchouc) qui sont autant de causes d'erreur dont nous allons discuter l'importance :

1° Influence de la paroi artérielle.

Von Basch, étudiant la question, arrive à conclure que la surestimation dûe à la paroi artérielle

correspondrait à la pression produite par une colonne de mercure de 1 à 5 $^{m}/^{m}$, ce qui hausserait d'autant la valeur de la tension. Potain négligea cette erreur ; mais, en 1907, Russel l'estime à 20 ou 40 $^{m}/^{m}$ Hg et lui donne tant d'importance que, d'après lui, il est impossible d'avoir — chez les athéromateux — la valeur exacte de la tension, puisque nous ne pouvons dissocier dans les nombres trouvés ce qui appartient à la tension et ce qu'ajoutent les parois altérées. Ses affirmations amenèrent les remarquables travaux expérimentaux de Macwilliam et Kesson (1913). L'interposition de la paroi artérielle fait intervenir deux facteurs dont ils étudièrent l'influence :

a) — Le tonus artériel ; le spasme artériel joue un rôle important : expérimentalement on a pu déterminer dans des artères une contracture telle qu'elle a empêché l'écoulement d'une solution de Ringer poussée avec une pression de 300 $^{m}/^{m}$ Hg ; dès qu'on supprima la cause de cette contracture, le liquide passa, même sous une simple pression de 10 $^{m}/^{m}$ Hg. Bien qu'une telle contracture n'existe pas sur l'homme, cette expérience montre néanmoins l'importance de ce facteur. Heureusement une précaution bien simple le supprime : une compression assez longue — en général 5 à 10 minutes — de l'artère, fait disparaître ce spasme. Si on fait plusieurs mensurations successives, on voit, en effet, la tension s'abaisser graduellement jusqu'à une certaine valeur au-dessous de laquelle elle ne descend plus : c'est cette *tension résiduelle* qu'il faut adopter comme la plus exacte.

b) — Les altérations de la paroi artérielle :

la sclérose des parois n'augmente que de peu la résistance de l'artère à la compression à condition toutefois de comprimer le vaisseau sur une assez grande longueur (c'est ce qui a lieu avec la manchette de 12 cm., ordinairement employée).

2° Influence de la manchette de caoutchouc.

Pour que l'erreur fût tout à fait négligeable, il faudrait employer des brassards très minces, mais ils ne seraient pas alors assez solides : les brassards que l'on est obligé d'employer actuellement sont assez souples pour que l'erreur introduite soit de l'ordre des erreurs expérimentales.

3° Influence des parties molles.

On estime ordinairement que cette influence, (évaluée cependant par quelques auteurs à 10 mm. Hg par 10 $^{m}/^{m}$ d'épaisseur de tissus) sans être tout à fait négligeable, est assez faible, pourvu que, lors des mensurations, les muscles du membre examiné soient en résolution.

Ces causes d'erreur, déjà appréciables pour la mesure de la pression dans l'humérale ou dans la radiale, le sont davantage pour la mesure de la pression dans les artères du fond de l'œil : la compression doit s'exercer sur la coque oculaire qui a une résistance particulière, à travers l'humeur aqueuse et le vitré, tous les éléments dont on connaît fort peu l'influence; si on y ajoute la variabilité de la tension intra-oculaire, on voit toute la complexité du problème et l'on comprend que Monsieur Bailliart ait été amené à se faire, en quelques mois, deux conceptions différentes de la méthode qu'il introduisait en clinique. Un avantage compense cependant ces aléas : on voit les artères rétiniennes et on peut mieux se rendre compte des phénomènes qui s'y passent.

II. — Le sphygmomanométrie est un problème d'hydrodynamiqne. — Le manomètre.

La seconde cause de ces difficultés réside dans ce fait — et beaucoup semblent l'oublier — que la circulation du sang est un phénomène d'hydrodynamique, dont les lois sont beaucoup plus compliquées que les lois de l'hydrostatique, seules enseignées dans les cours élémentaires. Cette considération prend une grande importance lorsqu'il s'agit de choisir l'instrument de mesure : Doit-on prendre un manomètre à mercure ou un manomètre métallique ?

Le manomètre à mercure n'a jamais été employé par les physiciens que pour la mesure des pressions constantes, ils ne l'ont utilisé qu'en *fonctionnement statique*.

Peut-il être employé, avec quelque exactitude, dans l'appréciation d'un élément aussi variable que la pression artérielle ? Pour un physicien ce serait une " hérésie " à cause de l'inertie de la masse de mercure. Déjà Marey (*Physiologie médicale de la circulation du sang ;* 1863, pp. 141 et 142) disait " *le manomètre à mercure, excellent quand il s'agit de déterminer des forces constantes — une tension uniforme par exemple — donne au contraire des résultats très faux lorsqu'on veut l'employer à la mesure d'une force variable*" et cela parce que " *la colonne mercurielle dépasse, par l'effet de la vitesse acquise, le point auquel elle devrait s'arrêter pour exprimer soit le maximum, soit le minimum de cette pression*". Il insiste encore sur cette question dans ses *Travaux de Laboratoire* (T. I. ; 1875, P. 341), dans la *Méthode graphique*

dans les sciences expérimentales (1878, p. 262), dans la *Circulation du sang* (1881, p. 169) et sans cesse il condamne l'emploi du manomètre à mercure en fonctionnement dynamique.

Plus récemment, Pons, élève de Pachon, a étudié la question avec tant de rigueur qu'elle est jugée ; nous ne pouvons qu'adopter ses conclusions :

« En fonction de la fréquence du pouls, pour une même masse de mercure et une même pression variable, l'erreur des indications tour à tour croît, passe par un maximum, décroît, devient nulle pour une fréquence, et enfin, changeant de signe, prend une valeur tendant à devenir égale à la différence qui existe entre la valeur vraie des maxima et minima d'une part, et la pression moyenne d'autre part (la pression moyenne est la moyenne arithmétique entre la pression maxima vraie et la pression minima vraie).

« En fonction de la pression variable, pour une même masse et des fréquences égales, l'erreur des indications manométriques croît et décroît comme la grandeur de la pression variable.

« En fonction de la masse de mercure, pour des fréquences égales et une même pression variable, l'erreur des indications manométriques croît en général comme la masse ».

Le manomètre à mercure est donc à rejeter pour la mesure de la pression artérielle, ajoutons qu'il est pratiquement peu commode à transporter.

Les manomètres métalliques donnent-ils de meilleurs résultats ? Tout d'abord, ils sont plus petits et plus faciles à transporter, leurs parois élastiques leur permettent mieux de suivre les rapides oscil-

lations du pouls. Leur exactitude, qui dépend du soin avec lequel on les a étalonnés au début, (à ce propos il nous a été pénible de constater avec Tixier que « tous les manomètres métalliques faits par notre industrie française ont une tendance regrettable à être gradués un peu trop approximativement, même dans les meilleures maisons ») est suffisante en pratique, pourvu que l'on prenne la précaution de la vérifier de temps en temps, car, après un certain usage, ils sont le plus souvent déréglés. Il se produit un décalage dû surtout au petit butoir du zéro de la graduation : l'aiguille, montée sur un axe rond, tendra à se déplacer chaque fois qu'elle viendra heurter ce butoir; chaque déplacement introduira une nouvelle erreur dans le sens de la surestimation.

Ayant eu à notre disposition deux manomètres métalliques *neufs* que vient de recevoir le Laboratoire de Physique médicale, le premier affecté à l'oscillomètre de Pachon, le second, au sphygmomanomètre de Riva-Rocci, nous avons voulu, en premier lieu, vérifier leur graduation [1] :

Nous avons mis ces manomètres en communication avec un manomètre à mercure à air libre et — à l'aide d'un cathétomètre [2] — nous avons noté,

---

(1) — Ces mesures ont été faites — faute d'une installation convenable au Laboratoire de Physique Médicale — dans le Laboratoire de Physique Industrielle de la Faculté des Sciences d'Alger, que Monsieur le Professeur Vérain a mis très obligeamment à notre disposition. Nous tenons à remercier ici Monsieur Vérain pour son aimable hospitalité et pour les conseils éclairés qu'il n'a cessé de nous prodiguer au cours de l'exécution de ces mesures.

(2) — Le cathétomètre est un instrument qui sert à mesurer

au 1/50 de mm. près, la dénivellation de la colonne mercurielle qui correspondait à chacune des divisions d'un des manomètres métalliques (nous nous sommes servi du manomètre du Pachon, comme base, à cause de la facilité que nous offrait la vis d'échappement de cet appareil pour régler la pression à l'intérieur de l'ensemble des instruments ; c'est de ce manomètre que nous nous servirons dans nos mesures ultérieures). (1)

---

la distance verticale de deux points ; il se compose essentiellement d'une lunette à l'aide de laquelle on fait les visées et d'une règle, graduée en millimètres, sur laquelle glisse un curseur portant un vernier au 1/50, et solidaire de la lunette. Pour mesurer la hauteur qui sépare les deux points, on vise le point supérieur et on fait la lecture sur la règle ; puis on fait descendre curseur et lunette ; on vise le point inférieur et on a ainsi une deuxième lecture que l'on retranche de la première. La différence est la distance verticale de ces deux points. Le maniement de cet appareil de précision, qui permet de connaître cette hauteur au 1/50 de $^{m}/^{m}$ près, est délicat et exige, au préalable, un réglage parfait. Ce réglage, que nous ne pouvons exposer ici, comprend deux temps :

1° — Assurer la verticalité de la règle graduée.

2° — Rendre la lunette perpendiculaire à la règle et par suite horizontale.

Pour ne pas avoir à faire ce réglage après chaque lecture, on doit s'arranger de manière à avoir toujours à descendre la lunette et le curseur. (Voy. *Cours de Physique à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales* par Fernet et Faivre-Dupaigre).

(1) — Dans une première série de mesures, nous avions mis les manomètres métalliques directement en rapport avec le manomètre à mercure à l'aide de tubes de caoutchouc épais : la capacité de l'ensemble était ainsi très réduite et les fuites, inévitables avec tant de raccords, étaient assez sensibles pour ôter toute précision aux lectures faites avec le cathétomètre, car entre deux lectures, il s'écoule certainement un certain temps pendant lequel le ménisque bouge, par suite de ces fuites. Sur le conseil de M. Vérain nous avons adjoint une

Nous donnons ci-dessous les résultats de ces comparaisons : la première colonne représente les chiffres lus sur le manomètre du Pachon ; la deuxième, les lectures faites sur le manomètre Hg. (ou plutôt la différence des lectures faites avec le cathétomètre) et la troisième, les indications correspondantes de l'aiguille du manomètre du Riva-Rocci (1) :

Man. Pachon	Man. Hg.	Man. Riva-Rocci
5	4.71	5.9
6	5.70	6.8
7	6.72	7.7
8	7.71	8.8
9	8.82	9.7
10	9.76	10.6
11	10.84	11.4
12	11.67	12.3
13	12.77	13.3
14	13.89	14.3
15	14.74	15.2
16	15.55	16
17	16.55	16.8

---

grosse bouteille bouchée hermétiquement et reliée par une tubulure au reste du système : de ce fait, la capacité fût très augmentée et les pertes assez négligeables pour qu'en dix minutes nous n'ayions observé aucune variation dans la position du ménisque de la colonne mercurielle.

(1) — Ces mesures ont été faites en janvier 1921, la température du laboratoire étant de 15° environ : c'est celle à laquelle, en général, sont faites toutes les mesures et toutes les graduations. Si la température avait été autre, il nous aurait fallu tenir compte du coefficient de dilatation du mercure — qui devient moins dense à mesure qu'il s'échauffe — et faire les corrections nécessitées par cette dilatation.

Man. Pachon	Man. Hg.	Man. Riva-Rocci
18	17.67	17.8
19	18.68	18.9
20	19.58	19.7
21	20.54	20.7
22	21.55	21.6
23	22.20	22.5
24	23.54	23.2
25	24.52	24.2
27	26.81	25.8
30	29.46	28.5
32	32.1	31.3
34	34.5	32.2

Constatant ainsi que des manomètres neufs ne sont pas gradués exactement, nous nous sommes demandé quel pouvait bien être le degré de précision des différents manomètres employés depuis quelques années dans les services de l'Hôpital civil de Mustapha : nous avons comparé trois d'entre eux, tous employés avec l'oscillomètre de Pachon, au manomètre du Pachon, déjà étalonné dans notre précédente mesure. Voici ce que nous avons trouvé :

Les chiffres de la première colonne correspondent au manomètre étalon et ceux des trois dernières, respectivement à chacun des manomètres de l'Hôpital :

M. étalon	1° M. Hôp.	2° M. Hôp.	3° M. Hôp.
5	3	4	4.3
6	5	5.1	5.2
7	5.9	6	6.1
8	7	6.9	6.9
9	8.2	8.1	8

M. étalon	1° M. Hôp.	2° M. Hôp.	3° M. Hôp.
10	9.5	9.2	9.2
11	10.5	10	10.2
12	11.2	11	11.2
13	12.5	12.2	12.2
14	13.8	13.2	13.4
15	15	14.3	14.3
16	15.5	15.1	15.2
17	16.5	16.2	16.3
18	17.6	17	17.5
19	18.6	17.9	18.5
20	19.7	19	19.5
21	20.8	19.8	20.4
22	21.9	20.9	21.8
23	22.7	22	22.6
24	23.8	22.9	23.6
25	25.2	24	24.6
27	26.8	25.6	26 5
30	29.4	28.5	29.6
32	31.2	30.2	32
34	33.2	32.5	34

Ces chiffres montrent qu'aucun de ces instruments n'est exact. Nous ne sommes pas le seul à avoir fait de pareilles constatations. Déjà en 1902 Potain, dans «*La pression artérielle chez l'homme*», insistait sur la vérification des manomètres métalliques. Gallavardin déclare que presque tous les manomètres qu'il a vérifiés étaient plus ou moins faux. Tixier aprouve ces déclarations et rapporte le fait suivant : « Nous rappellerons à ce propos une méconvenue qui nous est arrivée récemment pour n'avoir pas pratiqué cette précaution (la vérifica-

tion du manomètre) et dont la cause fut notre manomètre, sortant cependant d'une maison qualifiée la meilleure, et qui fut vérifié une fois. Monsieur le Docteur Gallavardin, dont la complaisance fut extrême pour nous, nous fit l'honneur d'examiner de nombreux documents sphygmomanométriques recueillis par nous pendant deux années de campagne. Certains résultats l'étonnaient au plus haut point. La solution en fût donnée par la vérification, par ses soins, de notre manomètre, qui donnait, dans la partie moyenne de 5 à 20 centimètres, *une surestimation de deux centimètres et demi,* ce qui est formidable.»

En général l'élégante graduation du manomètre métallique introduit une surestimation variant, selon l'instrument, de 1 à 3 centimètres de mercure. On corrigerait facilement cette erreur, par une soustraction à faire lors de chaque mensuration, si, pour un même manomètre, cette erreur était constante sur toute la longueur de l'échelle : malheureusement, il n'en est rien ; elle varie d'un point à un autre, en passant le plus souvent par un maximum dans la partie moyenne de l'échelle.

Ces erreurs, qui n'auraient, en somme, pas beaucoup d'importance pour un praticien se servant toujours du même manomètre et édifiant ses moyennes sur les chiffres qu'il observe, en acquièrent une très grande lorsqu'on veut les interpréter ou lorsqu'on veut les publier,car les indications des divers manomètres métalliques ne sont pas comparables entre elles :

La tension systolique augmente de la surestimation introduite par le manomètre ; si la méthode

elle-même, ajoute une surestimation — nous verrons que c'est le cas de la méthode oscillatoire — l'erreur est encore plus grande et l'on s'explique ainsi les nombreuses hypertensions trouvées, au début, par l'emploi du Pachon.

La tension diastolique est autrement touchée. Normalement elle varie entre des limites beaucoup plus étroites que la tension maxima : celle-ci variant de deux cm., la tension minima ne varie en général que de un cm. La surestimation, dûe au manomètre, ajoute à Mn la même quantité qu'à Mx, d'où une altération de la formule sphygmomanométrique ; si Mx parait alors normale, Mn est augmentée : l'appareil a ainsi créé une hypertension diastolique.

Ces faits rendent les communications, entre les observateurs, impossibles ou, tout au moins, peuvent leur enlever toute valeur. Si on veut éviter de pareils inconvénients — en attendant que les constructeurs français nous donnent des instruments précis — il sera utile de suivre le conseil de Tixier : « Nous croyons que celle-ci (la vérification) doit être sévère et faite, degré par degré, sur toute l'échelle du manomètre et complétée par le remplacement du vernier élégant et faux par un vernier en papier collé par-dessus, et dont la seule qualité sera l'exactitute. »

Le petit manomètre métallique, appareil excellent pour suivre les rapides oscillations du pouls, commode pour le transport, ne pourra donc être employé qu'après vérification : la seule manière d'employer, en sphygmomanométrie, le mamomètre à mercure, c'est de l'utiliser comme instrument de vérification, comme étalon.

D. — Principes de la sphygmomanométrie :

Malgré ses difficultés, la sphygmomanométrie est possible en clinique, sa valeur séméiologique est incontestable. Les diverses mesures faites directement, au cours d'amputations, n'ont fait que corroborer les résultats trouvés en employant les divers sphygmomanomètres, auxquels il ne faudrait pas cependant demander une précision mathématique.

Toutes les méthodes employées utilisent la compression d'une artère, amenant l'arrêt de la circulation dans cette artère. Elles peuvent être divisées en deux grands groupes :

Dans le premier, on admet que *la compression exercée sur l'artère, nécessaire pour aplatir le vaisseau et empêcher la propagation des pulsations au-dessous du point de compression, est égale à la pression qui transmettait ces pulsations :* c'est le principe de la méthode palpatoire.

Dans le second groupe on utilise le principe suivant : *si, de l'extérieur, on exerce sur une artère une compression égale à la tension sanguine qui distend ses parois, celles-ci, se trouvant en équilibre, auront des pulsations dont l'amplitude sera maxima.* L'examen a lieu ici au niveau du point comprimé : c'est le principe de la méthode oscillatoire et des méthodes équivalentes (auscultatoire et vibratoire).

E. — Résultats donnés par les mesures directes

Ces mesures ont été relevées par des expérimentateurs qui, ayant à faire des amputations de mem-

bres, en ont profité pour mettre les artères de ces membres en communication, soit avec un manomètre à mercure, soit avec un manomètre métallique (d'après ce que nous avons dit du manomètre à mercure, seules les mesures faites avec le manomètre métallique doivent être prises en considération).

Les résultats trouvés ont donné une moyenne de *105 mm. de mercure pour la tension maxima* et une moyenne *de 60-65 mm. de mercure pour la minima*[1].

(1). — Pour être plus précis nous devrions dire, par exemple, que la pression maxima est égale à la pression qu'exercerait, par unité de surface, une colonne de mercure de 105 m/m de hauteur ; mais, ayant employé les expressions passées dans l'usage, nous avons tenu à en donner l'explication.

CHAPITRE II

La méthode palpatoire

Le principe de la méthode est le suivant :

Ecraser une artère jusqu'à ce qu'on ne perçoive plus les pulsations artérielles, au-dessous de la compression : la force exercée, par unité de surface, représente la tension artérielle.

Cette méthode ne peut donner que la pression maxima.

Des nombreux appareils qui ont été construits et employés, nous ne décrirons que le sphygmamanomètre de Potain et celui de Riva-Rocci, les seuls employés couramment en France et qui comptent de chaleureux partisans.

Le sphygmomanomètre de Potain :

Il date de 1889. Avant lui avait été employé un instrument analogue de Von Basch (1876). Le Potain n'est qu'une transformation heureuse de l'appareil de Von Basch ; il est plus facile à transporter et à manier.

Il se compose d'une ampoule de caoutchouc, sphérique ou ellipsoïdale, mise en communication, par un tube de caoutchouc solide, avec un manomètre anéroïde ; sur le tube se trouve placé un

robinet qui permet d'insuffler, à l'intérieur de l'ampoule, une petite quantité d'air. La paroi de l'ampoule est amincie sur une certaine étendue : c'est cette partie amincie qui sera placée sur la radiale.

Son emploi est basé sur la constatation suivante :

Si, à l'aide d'un réservoir élastique, à contenu fluide, on comprime progressivement une artère contre un plan osseux, à un moment donné la compression devient égale ou légèrement supérieure à la tension artérielle : l'artère s'affaisse et la circulation s'arrête en aval du point de compression. La pression à l'intérieur du réservoir, qui peut être donnée par un manomètre, représente la tension artérielle.

Le sphygmomanomètre de Potain est un instrument aisément transportable, d'un prix minime et il donne, employé par un observateur exercé, des renseignements précieux. Il fut, pendant une vingtaine d'années, à peu près le seul employé en France et il a permis à son inventeur de vulgariser la sphygmomanométrie et d'en montrer l'importance clinique.

Le principe sur lequel repose son emploi est, sans doute, exact, mais la pratique a fait reconnaître que cet instrument donnait des chiffres trop élevés. La surestimation qu'il donne va jusqu'à 5 et 6 cm. Hg. et, de plus, elle n'est pas fixe. Selon Gallavardin, elle varie :

1° *Suivant l'artère explorée*, pour un même individu, selon que cette artère est plus ou moins profondément située.

2° *Suivant les individus*, pour une même artère, à cause de la configuration de la région qui change d'un sujet à un autre.

2° *Suivant l'observateur*, pour un même sujet et une même artère, parce que l'appareil est d'un emploi délicat.

Ces considérations avaient fait condamner le Potain et il était à peu près oublié, lorsqu'en 1916, Marfan prit sa défense et essaya de le réintroduire en clinique.

Quelles sont, dit-il, les erreurs qu'on attribue au Potain ?

1° L'erreur dûe à l'interposition des parties molles.

2° L'erreur dûe au défaut de fixité de la radiale, celle-ci pouvant alors fuir latéralement, lorsqu'elle est comprimée par l'ampoule, et aller se loger sous le tendon du grand palmaire : la compression s'exercera sur elle tangentiellement.

3° Ces deux premières erreurs introduisent une surestimation, il en est une troisième donnant, au contraire, une sousestimation : c'est la pression du doigt sur l'artère ; si elle est trop forte, elle écrase l'artère et fera disparaître les pulsations avant que celles-ci aient été réellement arrêtées par la compression de l'ampoule.

Marfan fait remarquer, tout d'abord, que la première cause d'erreur ne peut être mise au passif du Potain seul, elle est commune à tous les instruments de sphygmomanométrie. En second lieu il affirme qu'elle peut être supprimée, ainsi que toutes les autres, en employant le Potain d'une façon méthodique, dont il donne les règles précises :

1° — *Attitude de la main du sujet.* — Elle est d'une importance capitale, car c'est d'elle que dépendraient toutes les erreurs. La main doit être dans une situation telle que toutes les parties de la région sur laquelle on opère soient dans un relâchement complet : les parois de l'artère, aussi détendues que possible ; les tendons qui bordent la radiale, relâchés et non tendus. Pour cela il faut que la main soit *en pronation complète et en flexion assez prononcée.*

Marfan conseille, dans ce but, d'appuyer la main et le poignet du sujet sur la région abdominale de l'observateur ; celui-ci les soutient avec sa main gauche si c'est la radiale gauche qu'il explore, avec sa main droite, dans le cas de la radiale droite. Selon Marfan cette attitude annulerait toutes les causes d'erreur ou tout au moins réduirait ces erreurs dans de notables proportions.

2° — *Application de l'ampoule.* — Le pôle libre de l'ampoule sera dirigé vers les doigts du sujet et placé à deux cm. environ de l'articulation radio-carpienne. Le *grand axe de l'ampoule* sera bien exactement placé sur le trajet de l'artère radiale.

3° *Mains et doigts de l'observateur.* — Supposons qu'il explore la radiale gauche. L'index de la main droite, placé, bien à plat, sur le centre de l'ampoule, la comprime en exerçant sur elle une pression graduelle ; le pouce droit est placé sur la face dorsale du radius : cette position permet une compression plus facile.

L'index gauche sera placé sur l'artère radiale, immédiatement au dessous de l'ampoule ; c'est lui qui explorera les battements artériels. Le médius

gauche est appliqué sur l'extrémité inférieure de la radiale pour éviter qu'une pulsation récurrente, provenant de l'arcade palmaire, vienne impressionner l'index et fausser les mesures. Marfan néglige le pouls digital de l'observateur qui se reconnaîtrait facilement à son défaut de synchronisme et à la sensation particulière qu'il fait éprouver à l'observateur.

Outre ces précautions, Marfan conseille de faire, en une séance, plusieurs mesures successives et de considérer *le plus faible des chiffres trouvés comme le plus approché de la vérité.*

Chiffres trouvés :

Potain donne, comme chiffres extrêmes, 15 et 19 cm. de mercure, avec une moyenne de 17 cm. 74.

Utilisant ses données, Marfan a pris la tension de 156 sujets avec le Potain, le Riva-Rocci et le Pachon et il donne, dans le tableau suivant, le résultat de ses mesures :

Appareils	Pression maxima en cm. de mercure	
	Chiffres moyens	Chiffres limites
Potain.....	12.5	11 à 13.5
Riva-Rocci	12.8	11.5 à 12.5(1)
Pachon.....	16.3	15.5 à 17.5

(1) Il nous semble qu'il y a eu, une erreur typographique dans la transcription de ce dernier nombre (nous l'avons emprunté à l'article de Marfan et Dorlencourt : " Recherches sur les appareils destinés à mesurer la tension artérielle chez l'homme " *Annales de Médecine, 1916, p. 340*), sinon, on ne peut s'expliquer comment des nombres, variant entre 11.5 et 12.5, peuvent donner une moyenne de 12.8.

Ainsi le Potain serait l'appareil le plus exact pour la mesure de Mx. Si ces conclusions étaient exactes, elles justifieraient l'attachement de Marfan et des élèves de Potain à cet instrument.

Tixier, reprenant ces expériences et suivant les prescriptions de Marfan, n'a jamais trouvé avec le Potain une tension égale à celle que donne le Riva-Rocci, mais toujours des chiffres plus élevés, en général de 2 à 3 cm. Hg.

En admettant même que les chiffres de Marfan soient exacts (une mauvaise graduation du manomètre pourrait tout expliquer), la délicatesse de la technique et l'impossibilité d'avoir la pression minima avec le Potain sont des désavantages tels qu'il est peu probable de le voir se répandre à nouveau parmi les praticiens.

II. — Sphygmomanomètre de Riva-Rocci

Quand on se servait du Potain, la principale cause d'erreur tenait à ce que l'artère, n'étant comprimée que sur une face, pouvait se déplacer latéralement et la compression ne s'exerçait plus sur elle que tangentiellement, d'où une surestimation notable.

L'appareil présenté en 1890 par Riva-Rocci (Professeur de Pathologie médicale à l'Université de Pavie) au Congrès italien de Médecine interne, supprimait cette cause d'erreur en produisant une compression circulaire qui empêche tout déplacement de l'artère. Depuis son apparition, l'appareil a été très employé et il est encore considéré, à juste titre, comme le meilleur pour la détermination de Mx.

1° Instrumentation :

Composé d'une manchette de caoutchouc, recouverte à sa face externe par un tissu inextensible, d'une soufflerie de Richardson et d'un manomètre à Hg, ces trois pièces étant reliées par des tubes de caoutchouc, l'appareil était de construction simple.

Son maniement est aussi facile : on met le brassard autour du bras, puis, tandis que d'une main on tâte le pouls radial, de l'autre, on insuffle de l'air sous le brassard jusqu'à l'arrêt des pulsations radiales : le chiffre indiqué par le manomètre représente la tension systolique.

Depuis 1890 l'appareil a subi diverses modifications portant :

1° *sur la manchette :* au début, Riva-Rocci se servait d'une chambre à air de bicyclette qui, aplatie, pouvait bien avoir de 4 à 5 cm. de largeur. Von Recklinghausen montra que cette hauteur était insuffisante et introduisait une surestimation ; après de nombreuses mesures, il conseilla d'employer une manchette ayant une largeur de 12 cm. pour les adultes et de 8 cm. pour les enfants.

Sahli conseilla une manchette n'ayant que 6 cm. de largeur, celle de 12 cm. introduisant, d'après lui, une sousestimation résultant de la difficulté qu'éprouve l'ondée sanguine à traverser ce tunnel de 12 cm.

Des expériences ont permis de faire des mesures directes et de comparer les chiffres obtenus en employant une manchette de 12 cm. et une manchette de 6 cm. La surestimation introduite par la première

fut trouvée égale à 7 0/0 de la valeur réelle de Mx, alors que celle dûe à la manchette de 6 cm. était de 41 0/0. Ces expériences étant concluantes, on emploie, aujourd'hui, des manchettes ayant les dimensions indiquées par v. Recklinghausen.

2° *sur le manomètre :* au lieu du manomètre à mercure, dont nous avons indiqué les défauts, on emploie le manomètre métallique qui, malgré ses imperfections, reste encore ce qu'il y a de plus pratique.

3° *sur la substitution de la palpation instrumentale à la palpation digitale* pour apprécier la disparition des pulsations artérielles. Les appareils construits à cet effet sont assez nombreux :

Dans les uns on prend avec un sphygmographe le tracé du pouls radial : la courbe devient à peu près rectiligne quand les pulsations se sont éteintes. Citons parmi eux les appareils de Bingel (1906), de Jaquet (1908), de Kolls (1917), etc.

Dans un deuxième groupe d'appareils, une deuxième manchette antibrachiale sert à enregistrer l'extinction ou la réapparition des pulsations artérielles : ils sont soit à index graphique (sphygmosignal à index graphique de Vaquez, appareil de Franck...), soit à index visuel comme le sphygmosignal de Vaquez. Lian utilise, comme index visuel, l'aiguille oscillante du Pachon, mise en communication avec cette deuxième manchette antibrachiale (Voy. — Sergent — *Technique clinique médicale*, 3e édition, page 232).

Enfin, dans d'autres appareils, on emploie une deuxième manchette appliquée, sur le bras, immé-

diatement au-dessous de la manchette principale (Amblard, Bergonié, Finck). Enriquez et Cottet (1912) ont conseillé l'emploi d'une manchette à double compartiment, la chambre supérieure ayant 4 cm. de hauteur et la chambre inférieure, 8 cm.

La substitution de la palpation instrumentale à la palpation digitale a été introduite pour supprimer tout « coefficient personnel » d'erreur. L'idée est séduisante mais, outre qu'elle nécessite l'adjonction d'un deuxième appareil plus ou moins facile à manier mais toujours onéreux, elle n'apporte pas une plus grande précision aux résultats : en effet, les mesures comparatives ont montré, aux expérimentateurs, que la palpation digitale, pourvu qu'elle soit attentive et méthodique, équivalait à la palpation instrumentale.

2° Technique :

On appliquera la manchette autour de la partie moyenne du bras, sa conformation, à peu près cylindrique, se prête très bien à cette application : c'est donc la tension de l'humérale que l'on aura. C'est à ce niveau que sera remplie une des précautions que nous indiquerons ultérieurement (chapitre V) « ramener les mesures au niveau du cœur ».

Pour ne pas introduire de cause d'erreur, l'adaptation de la manchette sera aussi parfaite que possible, la partie moyenne de la chambre à air étant du côté antéro-interne du bras.

D'une main, l'observateur insufflera de l'air dans le brassard ; avec les trois doigts médians de l'autre main, il palpera soigneusement le pouls au niveau de la radiale. Il augmentera progressivement la

compression jusqu'à la cessation des pulsations : le chiffre que donnera le manomètre indiquera la valeur de Mx.

En général, dans une première mesure, faite rapidement, on fixe, à peu près, la valeur de Mx ; puis, dans une nouvelle mesure, lorsqu'on arrive aux environs du chiffre trouvé, on augmente, par demi-centimètre, la compression en attendant, chaque fois, avant de pousser plus haut, que les doigts aient nettement senti deux ou trois pulsations.

Doit-on prendre pour Mx le chiffre trouvé à la disparition des pulsations avec une compression croissante, ou celui trouvé à leur réapparition lorsque cette compression, ayant été portée d'emblée à une valeur supérieure à Mx, est diminuée graduellement ? Le deuxième chiffre est inférieur de quelques millimètres au premier ; la différence paraît tenir à ce que l'inertie des parois artérielles, restées accolées pendant un certain temps amortit l'ondée systolique. C'est pourquoi il nous paraît préférable de prendre le premier.

Au chapitre V nous exposerons les autres précautions à prendre (« notation à la hauteur du cœur », ne retenir que la « pression résiduelle »), qui sont communes à toutes les méthodes.

3° Le sphygmomanomètre de Riva-Rocci employé pour la mesure de Mn :

Au début, l'appareil ne servait que pour la mesure de Mx, on a essayé, depuis, de lui faire donner Mn.

Pour cela on a considéré la constation suivante : Lorsqu'on insuffle progressivement de l'air dans la manchette, appliquée autour du bras, les pulsations artérielles — tâtées comme pour la mesure de Mx

— restent égales entre elles tant que la pression à l'intérieur de la manchette est inférieure à la pression minima. Lorsque la compression est égale ou légèrement supérieure à Mn, l'artère s'affaissera, un instant très court, sous l'effet de cette compression et la pulsation artérielle aura une amplitude plus petite. Si on continue à augmenter graduellement la compression, l'artère s'affaissera à chaque nouvelle systole un temps plus long et l'amplitude des vibrations ira en diminuant jusqu'à s'annuler (la disparition des pulsations est obtenue, comme nous le savons, lorsque la compression est égale à la pression systolique).

La première diminution dans l'amplitude des pulsations correspond donc à une compression égale à la pression diastolique.

La technique sera évidemment la même que celle suivie pour la détermination de Mx : les trois doigts médians de la main qui ne comprime pas la poire de la soufflerie, tâteront attentivement le pouls et, à la première diminution dans l'amplitude des vibrations, on notera l'indication du manomètre : c'est Mn.

Ici encore, on a essayé de substituer à la palpation digitale la palpation instrumentale : tout comme pour Mx, cette substitution n'a guère donné de précision.

Il était du reste à prévoir que le chiffre trouvé pour Mn, par le Riva-Rocci, sera notablement supérieur à la valeur réelle de Mn : le premier affaissement de l'artère, obtenu lorsque la compression est égale ou très légèrement supérieure à Mn, ne se maintiendra que pendant un temps très court et

la diminution dans l'amplitude, qui devrait y correspondre, est trop peu accusée pour être appréciée par les doigts quel qu'exercé et attentif que fût l'observateur, ou être enregistrée par un appareil quelle que fût sa sensibilité.

On n'aura donc de diminution appréciable que lorsque la pression dans la manchette et, par suite, l'indication manométrique, seront notablement supérieures à la valeur réelle de Mn.

4° Chiffres trouvés :

La méthode du Riva-Rocci n'a été employée d'une façon constante que pour la détermination de Mx. En utilisant une manchette ayant 12 centimètres de hauteur, on a trouvé des chiffres oscillants entre *110 et 120 millimètres de mercure*. Ces nombres sont donc à peine supérieurs au chiffre de 105 millimètres, trouvé directement. Müller et Blauel, dans leurs mesures directes, ont constaté que la méthode de Riva-Rocci donnait la pression maxima avec une surestimation de 7,5 % sur sa valeur réelle.

CHAPITRE III

La méthode oscillatoire

Principe :

Cette méthode est dûe à une « conception géniale de Marey » (V. Recklinghausen). Marey en parle pour la première fois dans ses « *Travaux de laboratoire* ».

C'est seulement trente ans plus tard qu'elle nous revient de l'étranger, complètement étudiée et mise au point.

Comme nous l'avons vu, elle est basée sur le principe suivant : *si l'on exerce sur une artère une compression égale à la tension sanguine, les parois du vaisseau, se trouvant en équilibre, auront, sous l'influence de l'ondée systolique, des pulsations à grande amplitude.*

Ces battements peuvent être :

a) — soit sentis par le sujet : on a d'ailleurs essayé de se servir de ces sensations subjectives pour créer une méthode de sphygmomanométrie : le rôle très important qu'elle confie au patient l'a fait abandonner :

b) — soit observés par le médecin :

1° Au niveau de la compression : les oscillations de la paroi artérielle occasionnent, dans l'appareil

de compression, des variations de pression que, par un procédé variable, on transforme en nouvelles oscillations. C'est la *méthode oscillatoire* proprement dite.

2° *Au-dessous de la compression :* en auscultant l'artère au-dessous du bord inférieur du brassard et en percevant ainsi les bruits spéciaux produits par ces grandes pulsations (*méthode auscultatoire* de Korotkow), ou en palpant l'artère au même niveau et en utilisant la sensation caractéristique produite par ces battements connue sous le nom de *vibrance humérale* ou *phénomène d'Ehret* (*méthode vibro-palpatoire* d'Ehret).

Méthode oscillatoire proprement dite.

I. Les oscillations :

Supposons que l'on comprime une artère, par un procédé quelconque, et qu'on porte progressivement la compression de zéro à une valeur supérieure à la tension maxima (pour la clarté de l'exposition, nous supposerons encore que dans l'artère la tension maxima est de 150 m/m Hg et la tension minima, de 90 m/m ; la pression variable sera donc de 60 m/m).

Au point de vue **théorique** que devrait-on observer dans ces conditions ?

1° — Au début, on ne devrait rien observer : l'artère ne subira que les modifications normales, insuffisantes pour occasionner une variation notable de la pression dans l'appareil compresseur.

Si la compression est égale à 30 m/m, par exemple,

à la diastole la paroi artérielle n'est plus soumise qu'à une tension égale à

$$90 - 30 = 60\ ^{m}/^{m}$$

la pression variable, toujours identique à elle-même, aura ainsi à agir sur une paroi tendue à 60 au lieu de 90 : elle lui imprimera donc une pulsation plus grande que les normales et nous observerons des oscillations.

Au fur et à mesure que la compression augmente, ces oscillations augmenteront d'amplitude puisque la P.D., toujours égale à 60, aura à agir sur une paroi de moins en moins tendue. Lorsque la compression atteint 90 $^{m}/^{m}$, la paroi, subissant à la diastole même pression sur ses deux faces, est complètement détendue : la pression variable occasionnera une oscillation plus grande que les précédentes.

Ces oscillations, qui vont en augmentant d'amplitude, sont les *oscillations infra-minimales.*

2° — Augmentons la compression et portons la à 95 $^{m}/^{m}$ par exemple. A la diastole l'artère s'affaissera, entrera en *collapsus*. L'ondée systolique qui arrivera aura pour effet :

a). — De rétablir le calibre de l'artère : c'est le *décollapsus.*

b). — De communiquer à la paroi artérielle, détendue, une pulsation dont l'amplitude ne différera pas beaucoup de celle de la pulsation observée avec une compression de 90 $^{m}/^{m}$.

L'oscillation correspondante sera donc très grande puisqu'elle totalise la variation de pression produite par le décollapsus et celle dûe à l'ébranlement de la paroi artérielle. Elle est la première des grandes oscillations et elle en est la plus grande.

La compression augmentant, supposons la à 110 m/m, l'artère s'affaissera encore, mais le décollapsus ne se produira que lorsque, par l'arrivée de l'ondée systolique, la pression dans l'artère aura atteint 110 m/m, en sorte qu'à ce décollapsus, toujours constant, ne s'ajoutera que l'ébranlement dû à une pression variable de

$$60 - 20 = 40$$

L'oscillation correspondante sera plus petite. Ainsi, à mesure que la compression augmente, les oscillations diminuent. Si la compression est égale à 150 m/m l'oscillation produite ne correspondra plus qu'au décollapsus.

Ces oscillations, observées lorsque la compression varie entre la tension minima et la tension maxima, constituent *les grandes oscillations,* à amplitude décroissante.

3° — Enfin si la compression est supérieure à 150 m/m on ne devrait observer aucune oscillation.

Telle est la courbe oscillatoire théorique. En quoi peut-elle différer des courbes trouvées pratiquement en clinique ?

Déjà **les expériences** de Macwilliam et Melvin (1914) ont établi les faits suivants :

1° — Les grandes oscillations ne se produisent que lorsque la compression est très nettement supérieure à la pression diastolique ; cela tient à l'inertie des parois artérielles qui exigent, avant de s'affaisser, un certain écart entre Mn et la compression. De plus, même si ces parois tendaient à s'accoler, elles ne le pourraient que tant que la tension sanguine reste dans le voisinage de Mn, c'est-

à-dire, pendant un temps si court que l'affaissement peut à peine s'esquisser. Le décollapsus sera assez peu marqué pour ne déterminer aucune augmentation notable dans l'amplitude de l'oscillation. De ce fait la zone des oscillations infra-minimales empiète sur celles des oscillations maximales.

2° — Les transitions entre les oscillations maximales et celles qui les précèdent, d'une part, et celles qui peuvent les suivre, d'autre part, très nettes dans le plus grand nombre des cas, sont quelquefois impossibles à saisir.

En clinique on voit apparaître d'autres modifications :

1° — Au dessus des oscillations maximales, c'est-à-dire lorsque la compresion est supérieure à la pression maxima, on constate que l'aiguille oscillante, qui théoriquement devrait rester immobile, présente toujours des petites oscillations *(oscillations supra-maximales)* dûes au choc de l'ondée sanguine contre le bord supérieur de l'appareil compresseur.

En général, ces oscillations restent égales entre elles et la démarcation entre elles et les grandes oscillations est nette, mais, dans quelques cas, elles vont en augmentant et l'on passe, insensiblement, aux oscillations maximales sans pouvoir, à coup sûr, placer la transition.

2° Les grandes oscillations sont elles-mêmes altérées ; elles n'atteignent pas immédiatement leur plus grande amplitude, en sorte que, entre la plus grande oscillation et la dernière oscillation infra-minimale, existe une zone, plus ou moins étendue,

de grandes oscillations (*les oscillations juxta-maximales*) dont l'amplitude va en croissant.

Von Recklinghausen attribue cette modification à ce que les divers points du segment artériel comprimé ne sont pas soumis aux mêmes pressions, par suite des pertes tangentielles : si le centre du segment artériel est soumis à une compression égale ou légèrement supérieure à la tension minima, il s'affaissera, mais les extrémités ne sont soumises, à la suite de ces pertes, qu'à une compression inférieure à Mn ; elles ne s'affaisseront donc pas. Le collapsus est seulement central et, à mesure que la compression augmente, il aura lieu sur un segment de plus en plus long, jusqu'à l'être sur tout le segment comprimé ; ce n'est qu'à ce moment-là qu'on observera la plus grande oscillation.

Si on ajoute à cela les variations individuelles, on peut prévoir que la détermination de Mx ou Mn ne sera pas toujours aisée.

II. — Instrumentation :

Elle comprend :

1° Un appareil de compression ;

2° Un dispositif, pouvant être le manomètre lui-même, transformant en oscillations les variations de pression qui ont lieu à l'intérieur de l'appareil de compression ;

3° Un manomètre qui est, le plus souvent, un manomètre métallique.

1° Appareil de compression :

a) Marey (1876), Mosso (1895) utilisaient la compression pléthysmographique. Le sphygmoscope

de Marey était un tube de verre rempli d'eau et dans lequel on introduisait les doigts recouverts par une membrane de caoutchouc ; à l'aide d'un récipient, qu'on élevait plus ou moins haut, on faisait varier la pression du liquide dans le tube de verre.

Ces appareils ne sont guère utilisés aujourd'hui.

b) François Franck (1908) a employé la pelote du sphygmomanomètre de Potain : cette ampoule, recouverte d'une coque métallique, sauf à la partie amincie qui sera placée sur la radiale, est fixée par un lien sur l'avant-bras. Elle est mise en communication soit avec un manomètre à mercure, à levier inscripteur, soit avec une aiguille oscillante, genre Pachon.

c) Le moyen de compression, le plus couramment employé aujourd'hui, est la compression circulaire avec une manchette de 12 cm., comme dans la méthode palpatoire. Pour que les variations de pression, qui se produisent dans cette manchette, se traduisent par des oscillations aussi grandes que possible, il faut que le volume de l'air emprisonné dans l'appareil soit petit : la manchette sera donc appliquée exactement sur le membre, les tubes de caoutchouc auront une lumière étroite et les autres pièces de l'appareillage devront avoir une capacité réduite.

2° *Dispositif oscillant* :

Deux genres d'appareils ont été utilisés pour manifester, sous forme d'oscillations, les variations de la pression de l'air contenu dans l'appareil compresseur :

a) Dans le premier groupe, l'aiguille du manomètre, lorsqu'on emploie un manomètre métallique, ou un flotteur solidaire d'un levier, dans le cas d'un manomètre à mercure, donnent, en même temps, la valeur de la compression et les oscillations.

b) Dans un deuxième groupe, c'est une pièce additionnelle qui donne ces oscillations, le manomètre ne donnant alors que la valeur de la compression.

a) Dispositifs mano-oscillométriques :

On a employé le manomètre à mercure avec un flotteur relié à un levier amplificateur (appareil de Gibson). A cause des inconvénients du manomètre à mercure en fonctionnement dynamique, nous les avons signalés dans le chapitre 1[er], on a abandonné ce dispositif. On emploie, soit un petit manomètre métallique, soit un grand manomètre métallique sensible, dont l'aiguille traduira, par ses oscillations, les variations de pression. Avec le petit manomètre, semblable à celui employé avec le Potain, le phénomène n'est assez visible que dans des cas très particuliers et on préfère employer un grand manomètre (sphygmomètroscope d'Amblard, tonomètre de Recklinghausen).

b) Dispositifs oscillométriques :

Ici, le manomètre n'indiquant que la pression, les oscillations seront données par une pièce spéciale qui peut être : un simple tambour de Marey, mis en communication avec la manchette par l'intermédiaire d'une sorte de sphygmoscope, surajouté pour ne pas faire supporter à la membrane toute la

pression qui règne à l'intérieur de l'appareil (ce qui diminuerait beaucoup sa sensibilité), mais pour ne lui transmettre que les variations subies par cette pression (sphygmomètre d'Erlanger, tonographe de Recklinghausen, sphygmo-oscillographe optique de Bouchard).

On reproche à ces appareils de n'être pas d'une sensibilité constante : celle-ci est variable avec la compression exercée, car la membrane élastique résiste d'autant plus à la déformation que la différence de pression sur ses deux faces est plus grande.

Dans le sphygmoscope de Pal (1906), cet inconvénient est supprimé : les oscillations sont données par un index capillaire d'alcool coloré, mobile dans un tube de verre de 15 cm. environ, qui supporte la même pression sur ses deux extrémités (un jeu de robinets permet de mettre le tube en communication avec la manchette, lorsqu'on veut observer les oscillations). De ce fait, la sensibilité de l'appareil est assez constante.

L'oscillomètre de Pachon (1909) est conçu suivant le même principe. L'appareil est trop connu pour que nous ayions à en donner la description. Nous appellerons cependant l'attention sur la capsule manométrique qui engendre les oscillations : elle plonge dans un milieu qui est toujours à la même pression que la manchette : ainsi, à chaque fois, elle supporte sur ses deux faces des pressions égales ; elle est donc dans des conditions idéales de sensibilité pour accuser les moindres variations de pression à l'intérieur de la manchette. Cette capsule fait le mérite de l'appareil, elle en fait aussi la fragilité.

Il a, sur le sphygmoscope de Pal, l'avantage d'être plus facile à manier et à transporter. Il est aussi d'une sensibilité plus constante.

L'oscillomètre de Pachon est à peu près le seul appareil oscillatoire employé en France. C'est de lui que nous nous servirons dans nos expériences et nous allons en exposer le mode d'emploi.

III. — Technique :

Ayant placé le brassard et porté la compression à une valeur présumée supérieure à la tension maxima, on la diminue progressivement (par centimètre ou mieux par demi-centimètre). A chaque diminution, on fait agir le séparateur et on observe les oscillations de l'aiguille : il faudra s'astreindre à observer 3 ou 4 oscillations, chaque fois, avant de quitter le séparateur et de diminuer la compression.

1° Index systolique :

Il sera placé à l'union des oscillations supra-maximales et des grandes oscillations. Il est établi que cette transition, lorsqu'elle existe, est plus marquée lorsqu'on diminue la compression que lorsqu'on l'augmente progressivement. Il est évident que l'index ne sera placé, à coup sûr, qu'autant que cette transition existera.

2° Index diastolique :

Le principe sur lequel est basée la recherche de Mn par la méthode oscillatoire est excellent en lui-même ; il est d'une application plus facile que celui de la méthode de Riva-Recci, car, au lieu d'épier péniblement une petite diminution dans l'amplitude

de la pulsation radiale, on a à localiser un phénomène plus apparent : le premier décollapsus.

Ce décollapsus, où faudra-t-il le situer sur la courbe des oscillations ?

Sur la courbe théorique, il est à placer sur la dernière des oscillations infra-minimales.

Au point de vue clinique, les avis sont partagés :

Faut-il, avec Marey, Sahli, Pachon, Amblard, le situer sur la plus grande oscillation ?

Faut-il, comme Pachon l'a pensé aussi, le placer sur les oscillations juxta-maximales (alors, sur laquelle ? puisque cette zone comprend un nombre plus ou moins grand d'oscillations) ?

Faut-il enfin, avec Gallavardin, le situer, bien plus bas, entre la première oscillation juxta-maximale et la dernière oscillation infra-minimale ?

Les deux premières opinions ne peuvent être soutenues depuis les travaux expérimentaux de Macwilliam et Melvin. Il nous semble que l'idée de Gallavardin se rapproche plus de la réalité et nous pensons que le meilleur chiffre sera obtenu en plaçant l'index sur la dernière oscillation infra-minimale (dernière s'entend dans le cas d'une compression croissante ; si, comme on le fait généralement, on opère en décomprimant, c'est première qu'il faudrait dire).

IV. — Chiffres trouvés :

Tous les expérimentateurs qui ont utilisé la méthode oscillatoire ont trouvé pour Mx des chiffres supérieurs à ceux que donne la méthode de Riva-Rocci.

Avec les mano-oscillomètres, la surestimation,

par rapport aux chiffres de la méthode palpatoire, varie entre 5 et 15 mm de mercure.

Avec l'oscillomètre de Pachon, elle est plus considérable. On donne comme *chiffre moyen 150 m/m de mercure*, avec des variations possibles entre 130 et 170 m/m.

b) Pression minima :

En utilisant le tonomètre de Recklinghausen (grand manomètre métallique), la pression diastolique trouvée oscille entre 70 et 75 m/m de mercure. Recklinghausen avait noté une moyenne de 73 mm.

En employant l'oscillomètre de Pachon, les chiffres obtenus sont plus élevés : d'après Lian et Martinet « 80 et 100 m/m de mercure paraissent devoir être considérés comme les limites normales » pour Mn. *La moyenne admise est de 90 m/m de mercure.*

CHAPITRE IV

Méthode auscultatoire

Méthode vibro-palpatoire

C'est toujours le même phénomène de décollapsus qu'on observe ; mais, au lieu de transformer en oscillations les variations de pression qu'il occasionne à l'intérieur de la manchette, on perçoit, sur l'humérale au pli du coude, c'est-à-dire en aval de la compression, par l'auscultation des claquements qu'il produit et par la palpation la vibrance spéciale à laquelle il donne naissance.

A — Méthode auscultatoire.

Découverte en 1905 par Korotkow, cette méthode a été vulgarisée en France par Gallavardin qui fit connaître les travaux du médecin russe. Elle a été contrôlée expérimentalement par Macwilliam, Melvin et Murray (1914). En France elle a été étudiée, au point de vue clinique, par Laubry, par Cottet et surtout par Tixier.

I. — Sons artériels :

On peut ausculter l'artère soit en augmentant progressivement la compression à l'intérieur de la manchette, soit, au contraire, en la portant, d'emblée, à une valeur qu'on estime être supérieure à

Mx et en la diminuant ensuite graduellement : la pratique a montré que c'est avec la décompression qu'on entend le mieux les sons artériels.

Supposons donc la compression supérieure à la tension maxima et auscultons l'artère : à ce moment on n'entend rien. Puis, à mesure que cette compression diminue jusqu'à être nulle, on entend des bruits que l'on a groupés en quatre phases :

1re Phase : bruits très légers.

2e Phase : succédant aux précédents, des bruits tout d'abord soufflants, puis plus nets.

3e Phase : tons artériels très nets, éclatants, les plus caractéristiques et les plus faciles à entendre ; leur intensité croît, puis décroît.

4e Phase : bruits très légers, allant en se dégradant et disparaissant rapidement.

C'est là le schéma classique ; dans la pratique il est souvent modifié, une ou deux phases pouvant manquer : en général c'est la deuxième phase qui est absente.

Quel est le mécanisme de ces sons ?

Korotkow, et avec lui Ehret, les attribuaient à la brusque distension des parois artérielles que l'on ausculte, c'est-à-dire situées au-dessous de la manchette.

A la suite de leurs expériences Macwilliam et Melvin attribuent ces sons aux mouvements d'expansion du cylindre artériel comprimé sous la manchette.

Enfin, selon une théorie plus récente et plus vraisemblable d'Erlanger (1916), ces bruits prendraient naissance à la partie inférieure du segment artériel comprimé : l'ondée sanguine qui pénètre dans

l'artère, après le décollapsus, aurait une vitesse supérieure à sa vitesse normale et viendrait buter contre le sang stagnant dans la partie périphérique du vaisseau ; l'excès de pression distendrait les parois artérielles et l'on aurait ainsi les sons caractéristiques. Somme toute, ces bruits seraient dûs à un phénomène analogue à celui qui se passe dans le « marteau d'eau », c'est-à-dire à la brusque exagération de la tension d'une masse fluide dont l'écoulement est subitement arrêté.

Nous verrons que les bruits de la quatrième phase prennent naissance alors que la compression est inférieure à la pression diastolique, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a plus de décollapsus ; la théorie du « marteau d'eau », du « coup de bélier », ne pouvant plus leur être appliquée, comment les expliquer ?

Ils seraient dûs, d'après Macwilliam et Melvin, aux variations du calibre de l'artère : celle-ci, bien que sa pression intérieure soit supérieure à la compression qu'elle subit, est légèrement comprimée à la diastole. Sous l'effet de l'ondée systolique, elle se distendra et donnera naissance à ces bruits légers. Ils auraient ainsi même genèse que les oscillations infra-minimales de la méthode oscillatoire. Cela nous explique pourquoi ces bruits ont une intensité décroissante et disparaissent rapidement. On a d'ailleurs beaucoup discuté sur la durée de cette quatrième phase : Macwilliam et ses élèves, Tixier, pensent qu'elle est en rapport avec l'âge du sujet, avec tendance à décroître, et même à devenir nulle, au-dessus de quarante ans.

II. — Instrumentation :

Elle se réduit à une manchette, à une soufflerie, à un manomètre et à un appareil d'auscultation.

1° — *Manchette :* on prendra le brassard ordinairement employé : 12 cm. pour les adultes, 8 cm. pour les enfants.

2° — *Soufflerie :* Une soufflerie de Richardson suffit ; on peut même employer celle du thermocautère à condition que ses clapets fonctionnent bien et que l'on en ait renforcé la poire, en substituant au filet ordinaire une enveloppe en toile.

3° — *Manomètre :* on se contentera d'un de ces petits manomètres métalliques qui sont journellement employés : on l'aura, au préalable, vérifié.

4° — *Appareil d'auscultation :* on a employé le sthétoscope ordinaire : sa rigidité, l'immobilité qu'il impose à la tête de l'observateur — l'empêchant ainsi de suivre la course de l'aiguille manométrique — et la fatigue causée par cette position incommode, qu'il faut garder pendant un temps assez long, sont des inconvénients qui l'ont fait rejeter. On se sert actuellement du petit phonendoscope de poche — tout praticien le possède en vue d'une auscultation fine — qui, tout en n'ayant pas ces inconvénients, ajoute la résonnance de sa capsule. Cottet préconise cependant l'emploi d'un sthétoscope bi-auriculaire qui, avec un pavillon ordinaire de deux centimètres de diamètre, permettrait une meilleure application sur le trajet de l'humérale, alors que la capsule du phonendoscope ordinaire, ayant un diamètre de quatre centimètres environ,serait gênante, surtout si les reliefs musculaires de la région sont prononcés. Le petit phonen-

doscope que nous avons employé, n'ayant que deux centimètres de diamètre, permet d'éviter cette cause d'erreur.

Laubry a compliqué l'instrumentation en introduisant dans la clinique son sphygmophone : c'est un phonendoscope dont la capsule réceptrice est fixée au bras par un lien circulaire (le sphygmophone comporte encore un dispositif spécial réunissant les deux tubes conducteurs et permettant une application plus fixe des écoutes). Le seul avantage de cet appareil serait de laisser libres les deux mains de l'observateur ; mais c'est encore un nouvel appareil à acheter. Nous conseillons avec Tixier, dans le cas où l'on aurait besoin de la liberté de ses deux mains, de fixer la capsule au bras par deux tours de bande de crêpe de Velpeau : c'est, peut-être, moins élégant que le sphygmophone, mais c'est plus pratique.

III. — Technique :

Cette méthode exigeant une auscultation fine et le phenondoscope amplifiant beaucoup tous les sons, il faut supprimer tout bruit étranger ; obtenir dans la salle un silence absolu ; éviter tout contact aux tubes conducteurs du phenondoscope ; imposer au malade, ici plus que dans les autres méthodes, une immobilité absolue : pour cela lui donner une position commode qu'il puisse garder longtemps sans se fatiguer.

Ces précautions préliminaires prises, il faut placer le brassard autour de la partie moyenne du bras : l'application sera aussi parfaite que dans les autres méthodes. La capsule du phonendoscope sera pla-

ce qu'il convient, sur le sujet de l'observation, en dedans du relief du biceps ; l'appuyer assez pour percevoir des bruits intenses, mais pas trop pour ne pas écraser l'artère et occasionner des bruits surajoutés. On évitera de lui faire toucher le bord inférieur du brassard.

On insufflera de l'air dans la manchette jusqu'à obtenir une compression présumée supérieure à Mx et on placera les olives dans les conduits auditifs ; si on entend des bruits isochrones au pouls, on insufflera encore de l'air jusqu'à l'obtention d'un silence complet. C'est alors qu'on commencera la décompression.

1° *Index systolique* :

Tous les auteurs sont d'accord pour le placer à la hauteur du premier bruit perçu. Donc, au moment où, au silence absolu, succédera un bruit isochrone au pouls du sujet, on tira le chiffre indiqué par le manomètre : c'est celui qui mesure la tension systolique.

2° *Index diastolique* :

Korotkow, Ebret, Sahli le plaçaient à la hauteur de l'extinction de tous les bruits, c'est-à-dire à la fin de la quatrième phase. Fischer, Macwilliam et ses élèves, Tixier, Gallavardin le placent à la hauteur de la transition entre la troisième et la quatrième phases (au moment où, aux tons artériels clairs et vibrants, succèdent ces bruits légers de la fin). Les mesures directes de Mn et les expériences de Warfield (1912) ont confirmé cette dernière manière de

voir, montrant ainsi que les bruits de la quatrième phase s'observent alors que la compression est inférieure à Mn.

Actuellement, on place l'index vibratoire diastolique entre le dernier ton artériel et le premier bruit léger, de préférence sur ce dernier, puisque le ton indique qu'il y a encore décollapsus. Si l'on prenait l'index de Korotkow, on aurait, pour Mn, une sous-estimation égale à la hauteur de la quatrième phase, erreur qui, d'ailleurs, peut être nulle dans les cas où cette phase n'existe pas.

Résumant ces indications Tixier écrit :

« Le praticien s'attachera uniquement à déterminer deux points :

1° — Le chiffre manométrique du début des tons artériels (ce chiffre représente Mx)

2° — Le chiffre manométrique de la cessation des tons artériels nets et leur remplacement par les bruits légers terminaux (c'est Mn). .....

.....Pour cela il recommencera une deuxième, et même une troisième fois, la même manœuvre de compression et de décompression : la première fois un peu vite afin de déterminer approximativement les points critiques, la seconde et la troisième fois lentement, pour les déterminer plus exactement ». (1)

---

(1) Les partisans de la méthode auscultatoire (Tornaï, Goodmann, Warfield, Tixier) pensent que, par l'usage de cette méthode, on a, en plus des valeurs de Mx et de Mn, des renseignements sur les conditions de la circulation sanguine : ils tirent ces renseignements des variations que subissent les différentes phases de l'échelle auscultatoire. Sans vouloir discuter ces conclusions, nous contentons de les exposer brièvement.

IV. — Chiffres trouvés :

Tixier, l'ardent défenseur de cette méthode, donne les nombres suivants :

La pression maxima varie entre *110 et 130* $^{m}/^{m}$ *de mercure, avec une valeur moyenne de 125* $^{m}/^{m}$. On pourra dire hypertension si on trouve un chiffre notablement supérieur à 130 ; hypotension, si on a un nombre inférieur à 100 $^{m}/^{m}$.

La pression minima oscille entre *65 et 80* $^{m}/^{m}$, *avec une moyenne de 75* $^{m}/^{m}$. On pourra supposer une hypertension diastolique si on trouve un chiffre supérieur à 80, et une hypotention si on constate un nombre inférieur à 65 $^{m}/^{m}$ de mercure.

---

pensant qu'elles peuvent être d'un certain intérêt pour le praticien :

a) — Renseignements tirés des variations de la durée de la quatrième phase : nous savons que cette durée est en rapport avec l'âge du sujet. En outre, elle diminuerait et disparaitrait même chez les artério-scléreux ; elle augmenterait chez les sujets jeunes à cœur émotif et à artères élastiques, dans les insuffisances aortiques type Korrigan, chez les hémorragiques, chez les pyrétiques à la période de défervescence, dans les insuffisances rénales avec raie de Sergent. Cet allongement coinciderait toujours avec une hypotension diastolique et un pouls bondissant et dépressible ; il exigerait donc :

1° Une impulsion cardiaque forte, nette, vigoureuse,

2° Une canalisation artérielle, soit élastique, soit ayant une vacuité spéciale (fuite aortique dans la maladie de Korrigan, diminution de la masse sanguine chez les hémorragiques, vasodilatation périphérique).

Le raccourcissement de cette période demanderait, au contraire, soit une sclérose des artères, soit une répletion par pléthore, soit une hyperglobulie, soit une vaso-constriction.

b) — Renseignements tirés de la qualité des tons artériels : ces renseignements seraient assez nombreux et assez contradictoires ; on s'accorde, cependant, pour reconnaître que l'examen attentif de ces tons artériels facilite beaucoup l'étude des arythmies.

B. — Méthode vibro-palpatoire

Entrevue par Strasburger, cette méthode fût étudiée et introduite en clinique par le Professeur Ehret de Strasboug (1909). En France elle, fut préconisée par Gallavardin (1910), défendue par Finck et par Lian.

Outre son exactitude, que nous discuterons plus loin, elle a pour elle la facilité de son utilisation et, surtout, ce fait qu'elle n'exige qu'une instrumentation simple à manier, transportable et bon marchè.

I. — Phénomène d'Ehret ou vibranee humérale :

Supposons le brassard mis autour du bras. D'une main on y insuffle progressivement de l'air ; pendant ce temps, avec les trois doigts médians de la main libre, on exerce sur l'humérale (aussi près que possible du brassard), une assez forte pression. On constate qu'après un certain nombre de pulsations de plus en plus amples, il s'en produit brusquement, une, vibrante, cinglante, bondissante qui soulève brutalement les doigts explorateurs.

Si on continue la compression, cette première pulsation vibrante est suivie d'une série d'autres vibrations, d'amplitude croissante, puis décroissante ; enfin, tout à coup, tout s'arrête et on ne perçoit plus rien : le sang ne passant plus, la compression est alors supérieure à Mx.

Si on refait l'expérience en faisant baisser graduellement la compression, on perçoit, dans un ordre inverse, les mêmes sensations.

Ce phénomène — phénomène d'Ehret ou vibrance

humérale — est très caractéristique et « sa netteté est telle que ceux auxquels on le montre pour la première fois en sont émerveillés, et il suffit de l'avoir senti une seule fois pour ne plus le méconnaître » (Gallavardin).

Si on emploie, en même temps, l'oscillomètre de Pachon, on constate, dans le cas d'une compression croissante, qu'avec la première pulsation vibrante apparaissent les grandes oscillations et qu'avec la dernière — ou, plus exactement, un peu après elle — s'éteignent ces oscillations maximales : les deux phénomènes coincidant, il est tout naturel de leur attribuer la même origine, le décollapsus.

Mais comment expliquer cette vibrance ? Peut-on invoquer un débit sanguin plus abondant, par suite de l'arrêt de la circulation par le collapsus ? C'est peu probable. L'explication nous semble résider dans le fait suivant : à chaque collapsus le courant sanguin est supprimé ; l'artère se vide donc — quelque courte que soit l'interruption — au niveau de la compression et sur un petit segment en aval ; ses parois sont alors immobiles, accolées, relâchées à un taux anormal et prêtes à se déplacer sous l'influence de la moindre impression. C'est dans cet état de relâchement insolite que les trouve l'ondée sanguine que laisse passer le brassard ; aussi cette ondée — si minime qu'elle soit — les soulève-t-elle avec une brusquerie bien spéciale. C'est, somme toute, le phénomène du décollapsus (exposé à propos de la méthode oscillatoire) appliqué, non pas au segment comprimé, mais au segment situé immédiatement en aval, à condition toutefois qu'il fût démontré que la pression artérielle soit abaissée,

lors de chaque collapsus, dans ce segment inférieur : c'est ce qu'ont montré les expériences de Macwilliam et Melvin.

II. — Instrumentation :

C'est celle employée pour l'usage de la méthode palpatoire: une manchette de 12 cm., une soufflerie de Richardson, un manomètre métallique vérifié.

III. — Technique :

Les mesures peuvent être faites indifféremment en augmentant ou en diminuant la compression.

1° Index systolique :

Il sera placé, lors d'une compression décroissante, à la hauteur de l'apparition de la première pulsation. On voit qu'il se superpose à l'index systolique de la méthode de Riva-Rocci, à quelques millimètres de mercure près. La différence (Mx vibratoire plus grande que Mx palpatoire), tient à ce que la palpation a lieu, ici, sur l'humérale au lieu de la radiale. La discussion de l'exactitude des nombres donnés par cet index se confondra donc avec celle relative à l'index systolique de Riva-Rocci.

2° Index diastolique :

Dans les mêmes conditions, il sera placé à la hauteur de la dernière pulsation vibrante ou, mieux, à la hauteur de la première pulsation ordinaire qui lui succède, c'est-à-dire à la hauteur de l'extinction de la vibrance, cette vibrance ne se produisant que lorsqu'il y a collapsus et alors la compression est légèrement supérieure à Mn.

IV. — Chiffres trouvés

Nous savons que les chiffres que l'on trouve pour Mx, en se basant sur la vibrance humérale, sont à comparer à ceux trouvés par l'emploi de la méthode palpatoire ; ils leur sont néanmoins supérieurs de quelques millimètres de mercure.

Quant aux nombres trouvés pour la tension diastolique, ils sont superposables à ceux trouvés en employant la méthode auscultatoire (de 70 à 75 $^{m}/^{m}$ de mercure).

CHAPITRE V

Etude comparée des méthodes sphygmomanométriques

PREMIÈRE PARTIE

Discussion sur la valeur de ces méthodes au point de vue scientifique et au point de vue pratique :

Si on compare entre eux les chiffres trouvés en employant les diverses méthodes, on constate que :

1° *Pour la pression maxima*, on a deux chiffres extrêmes : l'un, le plus faible, est donné par la méthode de Riva-Rocci ; l'autre, le plus élevé, par la méthode oscillatoire (oscillomètre de Pachon). Les autres méthodes donnent des chiffres intermédiaires à ces deux nombres.

2° *Pour la pression minima*, les trois méthodes oscillatoire, auscultatoire et vibratoire, donnent des chiffres à peu près égaux ; cependant, avec le Pachon, les chiffres sont un peu plus élevés.

La discussion se trouve donc circonscrite, pour la tension maxima, entre la méthode oscillatoire et la méthode palpatoire, alors que, pour la pression minima, trois méthodes sont en présence.

A. — Pression maxima palpatoire et pression maxima oscillatoire :

Nous avons à montrer laquelle de ces deux valeurs est la plus facile à trouver et laquelle est la plus exacte.

1° Difficultés de la détermination de Mx par la méthode palpatoire.

La méfiance instinctive que nous avons pour nos sensations subjectives a été une des raisons pour lesquelles la méthode palpatoire n'a pas été acceptée, sans réserves, par tous les praticiens. On reproche à la palpation de la radiale de ne pas donner des sensations toujours précises, « parfois le pouls est petit, difficilement perceptible ; ou bien l'observateur est gêné par les pulsations de sa pulpe digitale, ou enfin, même avec un pouls bien frappé, on peut se suggestionner, noter trop tôt la réapparition des pulsations, ou au contraire ne percevoir que trop tardivement cette réapparition ». (Lian).

Il est évident qu'un pouls petit, filant, incomptable ne donnera aucune sensation nette, sa disparition ou sa réapparition seront difficilement perçues par la pulpe digitale. Mais quelle est la méthode sphygmomanométrique qui donnerait un chiffre sûr dans ces cas où il est impossible de fixer Mx avec certitude ? et encore ces cas sont-ils moins nombreux (5 à 7 %) avec la méthode palpatoire qu'avec les autres méthodes, notamment la méthode oscillatoire.

Le pouls digital subjectif est un obstable plus sérieux ; cependant, on arrive à l'eliminer avec un

peu d'habitude, surtout si on se base sur ce qu'il n'est pas en synchronisme avec le pouls du malade et sur les sensations spéciales qu'il fait ressentir à l'examinateur.

Nous avons vu (chapitre II) que, voulant éviter ces inconvénients, on a cherché à substituer, au palper digital, la palpation instrumentale : nous avons montré que cette substitution ne donnait pas plus de précision et ajoutait l'inconvénient du maniement d'un nouvel appareil. Suivant l'heureuse expression de Gallavardin. « Si l'observateur veut bien s'astreindre à consacrer au perfectionnement de son tact pulsatile, le temps qu'il dépenserait, à chaque mensuration, à placer et à interroger la seconde manchette antibrachiale (ou toute pièce instrumentale surajoutée), je ne doute pas qu'il arrive très rapidement à pouvoir s'en passer et à rester fidèle à une technique et à une instrumentation qui ont fait leurs preuves ». Pour cela, le médecin fera bien de palper toujours avec la même main.

Pratiquement, la palpation, méthodique et attentive, donne des chiffres si précis et si nets que Kilgorre déclare avoir fait plus de cinq cents mensurations concurremment avec un aide exercé, qui ignorait les chiffres trouvés par Kilgorre, et que l'écart entre les nombres observés par les deux praticiens ne dépassait pas un millimètre en moyenne.

2° *Difficultés de la détermination de Mx par la méthode oscillatoire.*

Toute la difficulté réside dans le fait d'observer une transition nette entre les oscillations supra-

maximales et les oscillations maximales, l'index systolique devant être placé à la hauteur de cette transition.

Dans les rares cas où les oscillations supra-maximales n'existent pas, la transition est évidemment facile à observer.

En général, ces oscillations supra-maximales existent, et, le plus souvent, la transition est facile à saisir ; mais il est des cas où elle est impossible à percevoir : on passe insensiblement des oscillations supra-maximales aux oscillations maximales.

Cette impossibilité a été relevée dans 14 °/₀ des cas avec les mano-oscillomètres. Avec le Pachon, Cordier et Rebattu l'ont notée chez 38 °/₀ des sujets ; elle paraît être fréquente surtout chez les hypertendus. Ces constatations ont été confirmées par Enriquez et Cottet, par Surmont, Déhon et Heitz. Enfin Lian avoue que « même après une longue pratique de la méthode oscillatoire, il n'est pas rare qu'on soit embarrassé à deux centimètres Hg près, parfois même à trois ou quatre centimètres près, pour fixer la valeur de Mx..... ainsi l'équation personnelle intervient ».

En utilisant les appareils inscripteurs, comme celui d'Erlanger, les difficultés restent les mêmes : avec cet instrument, l'impossibilité de fixer, à coup sûr, Mx a été observée dans 37 °/₀ des cas par Weysse et Lütz.

Ainsi, avec la méthode oscillatoire, les impossibilités sont beaucoup plus nombreuses qu'avec la méthode palpatoire. Cet inconvénient serait compensé si, au moins, la recherche de Mx avec le Pachon était plus simple que sa détermination par

la méthode de Riva-Rocci ; nullement : « elle est à la fois plus compliquée dans son instrumentation et dans son principe. Dans son instrumentation, cela va de soit. Dans son principe aussi, puisqu'elle substitue une simple variation d'amplitude oscillatoire, dont le repérage est souvent douteux, à l'apparition d'un phénomène nouveau (disparition ou réapparition du pouls) de constatation forcément plus tranchée ». (Gallavardin).

3° Exactitude de la méthode de Riva-Rocci :

En employant la méthode oscillatoire, on trouve toujours pour la tension maxima des chiffres plus élevés que ceux donnés par la méthode palpatoire ; avec le Pachon la différence est, en moyenne, égale à 3 cm. Hg. De ces deux chiffres lequel faut-il prendre ? Lequel des deux est le plus exact, c'est-à-dire le plus rapproché de la valeur vraie de Mx ?

Les partisans de la méthode oscillatoire « accusent » la méthode Riva-Rocci de donner des chiffres inférieurs à la valeur vraie de la tension. Ils se basent sur « *l'expérience cruciale* » de Pachon ; comprimant le bras avec un brassard, mis en communication avec un oscillomètre, on palpel a radiale alors que l'on diminue progressivement la compression ; on observe, dans ces conditions, les oscillations maximales et cependant on ne perçoit pas le pouls à la radiale. Donc le sang passe — la compression est donc égale ou inférieure à Mx — et pourtant on ne perçoit pas le pouls, parce que le sang, passant sous le long « tunnel » constitué par la manchette, coule uniformément et progresse sans saccade, l'onde pulsative étant amortie. Non,

répondent les partisans de Riva-Rocci, les grandes oscillations sont observées alors que le sang ne passe pas ; la compression est donc supérieure à Mx puisqu'on ne sent pas réapparaître le pouls radial.

La question ne pouvait être tranchée que par des expériences. Lian et Morel (1913) expérimentèrent sur un chien anesthésié : la cuisse de cet animal est comprimée par une manchette reliée à un Pachon et sur la tibiale antérieure on observe les pulsations. Notant la tension, ils ont trouvé :

Mx oscillatoire = 19 cm. Hg
Mx palpatoire = 15 cm. Hg

Puis, maintenant la compression supérieure à 20 cm de mercure, ils sectionnent la tibiale antérieure. Ils diminuent ensuite la compression : c'est seulement lorsque cette compression est descendue à 15 cm. que le sang apparait à la tibiale antérieure sectionnée ; et, tout de suite, cet écoulement est saccadé, rythmé sur le pouls.

Marfan et Dorlencourt (1916), Barré et Strohl (1917), Baumann (1917) arrivent à la même conclusion : « *Pas de pouls au-dessous de la manchette, pas d'écoulement sanguin.* »

Enfin, on a fait, au cours d'amputations, des mesures comparatives :

Les expériences de Dehon, Dubus et Heitz ont permis à ces auteurs de montrer que la méthode de Riva-Rocci donnait Mx avec une surestimation de 7 %, sur sa valeur réelle, alors qu'avec le Pachon, la surestimation observée était égale à 47 %.

Les mesures de Müller et Blauel (peut-être plus rigoureuses que les précédentes, en ce sens qu'elles

ont été faites avec un manomètre métallique alors que les précédentes avaient été exécutées avec un manomètre à mercure) ont permis de tirer des conclusions identiques.(1)

Dans aucune de ces expériences, la méthode de Riva-Rocci n'a donné un chiffre inférieur à la valeur réelle de Mx.

Ces constatations ont conduit Lian aux conclusions suivantes : « La méthode de Riva-Rocci, appliquée avec une manchette de 12 cm. est de beaucoup la meilleure méthode de mesure de Mx chez l'homme. . . . , l'emploi prolongé et la comparaison consciencieuse de ces deux méthodes nous ont conduit à des conclusions pratiques bien franches : tous les avantages sont à la méthode de Riva-Rocci ».

Gallavardin est du même avis.

Cette méthode, étant celle qui donne les résultats les plus exacts, en exigeant l'instrumentation la moins compliquée et la technique la plus simple.

---

(1) Cette surestimation, tenant à l'apparition prématurée des grandes oscillations, pourrait s'expliquer par le fait que les différents points du segment artériel comprimé ne sont pas soumis à la même compression. A un moment donné, le milieu de ce segment artériel est encore en collapsus, parce que supportant une compression supérieure à Mx, alors que le bout supérieur de ce segment, qui n'est soumis qu'à une compression inférieure à Mx (par suite des pertes tangentielles) se laisse pénétrer par l'ondée sanguine. On aura ainsi une grande oscillation et cependant le sang ne passe pas.

Ces oscillations observées pendant que le sang ne passe pas (Gallavardin les appelle « les grandes oscillations non pulsatoires »), occupent une plus ou moins grande hauteur sur l'échelle de la pression : *cette hauteur constitue la surestimation introduite par la méthode oscillatoire.*

nous sommes amené à *la préférer aux autres méthodes pour la détermination de Mx.* en recommandant de recourir à la méthode auscultatoire dans les cas, peu nombreux, où la méthode de Riva-Rocci donnnerait des résultats douteux.

B. — Détermination de la tension minima :

Ici, nous nous trouvons en face de trois méthodes excellentes, donnant, pour Mn, à peu près les mêmes nombres : la méthode oscillatoire, la méthode auscultatoire et la méthode vibro-palpatoire. Nous allons en discuter les difficultés et tâcher de montrer celle qui répond à notre but : être d'une technique facile, exiger une instrumentation simple.

1° Pression diastolique oscillatoire :

Le principe sur lequel s'appuie cette détermination est exact : cela est admis par tous ; les vérifications expérimentales n'ont fait que confirmer cette opinion : après leurs mesures directes Dehon, Dubus et Heitz ont pu écrire « la méthode oscillatoire fournit des chiffres de pression diastolique correspondants, à 5 m/m près, aux chiffres exacts de la pression minima artérielle ». (Ces conclusions ne doivent cependant être acceptées que sous réserves, les expériences ayant été faites avec un manomètre à mercure).

Mais la valeur, obtenue pour la tension minima, est exacte lorsque l'index diastolique est net (nous avons montré, dans le chapitre II, à quelle hauteur il faut le placer) : cela n'arrive pas toujours : assez souvent, il est difficile, parfois même impossible, de

saisir la transition entre les grandes oscillations et les oscillations infra-minimales.

Cette impossibilité de fixer sûrement Mn existe quel que soit l'instrument employé (oscillomètre de Pachon, tonomètre de Recklinghausen, sphygmomètre d'Erlanger). Winterhalder, Melvin, Murray estiment que cette impossibilité existe dans 8 % des cas et que, dans 4 %, des cas, la mensuration est douteuse. (1)

On pourra, dans quelques cas heureux, éluder cette difficulté, en observant attentivement les mouvements de l'aiguille oscillante : en cas de com-

(1) Voulant prouver l'existence de cette impossibilité, même avec les appareils enregistreurs, Gallavardin rapporte la curieuse relation suivante publiée en 1911 par Kilgorre :

« Cet auteur eût l'indiscrétion d'envoyer à des observateurs d'une compétence indiscutable (Cannon, Erlanger, Hirschfelder, Moffitt, Wilbur) une centaine de graphiques obtenus à l'aide de l'appareil d'Erlanger (le plus utilisé en Amérique) en les priant de noter simplement par un trait d'aiguille les points où, selon eux, devraient être lues les pressions diastoliques et systoliques. Parmi les réponses reçues, il prit soin d'éliminer complètement tout tracé dont la lecture était déclarée impossible par les six observateurs ou même par un seul d'entre eux ; n'étaient retenus que les tracés ayant réuni l'assentiment unanime. Or, sur trente six tracés où la notation de la pression systolique fut indiquée par tous les observateurs, il existait des écarts de 15 à 35 m/m Hg, avec une moyenne atteignant 29 m/m Hg. Sur 56 tracés utilisés pour la mesuration de Mn. on note encore, dans le plus grand nombre des cas, des écarts de 15 à 25 m/m Hg, avec une moyenne de 18 m/m Hg..... Deux observateurs adoptant le même index arrivent encore à des écarts très appréciables dans leur notation. Bien plus, l'un d'eux (Erlanger), prié, à un an d'intervalle, d'examiner et de pointer les mêmes graphiques, montre encore dans ses appréciations des écarts qui s'élèvent à 16 m/m Hg en moyenne pour la pression systolique et à 5 m/m et demi pour la tension diastolique ».

pression croissante, tant que cette compression est inférieure à la tension minima, l'aiguille, à chaque pulsation, quitte brusquement sa position d'équilibre et, dès qu'elle a atteint le sommet de sa course, elle revient brusquement à sa position d'équilibre ; lorsque la compression est égale ou légèrement supérieure à la tension minima, il y a un « changement de rythme » dans les mouvements de cette aiguille : elle quitte sa position d'équilibre plus brusquement ; au sommet de sa course, elle plane un certain instant et retombe un peu plus lentement ; parfois même elle retombe un petit peu, remonte légèrement, et revient définitivement à sa position d'équilibre (cette seconde partie de la course correspondrait au dicrotisme du pouls).

Outre ces difficultés, le Pachon donne pour Mn des chiffres encore surestimés (90 m/m Hg) : cette surestimation paraît tenir à la tendance qu'on aurait de placer l'index diastolique trop haut. En employant les autres appareils oscillométriques (tonomètre de Recklinghausen, sphygmomètre d'Erlanger), si les mêmes difficultés persistent, les chiffres obtenus, sont au moins, plus exacts : avec le premier, on trouve des chiffres variant entre 70 et 75 m/m et avec le second, Melvin et Murray ont trouvé un chiffre moyen de 68 m/m Hg.

2° Pression diastolique ascultatoire :

Les chiffres obtenus par Tixier (nous les avons déjà donnés au chapitre IV) varient entre 65 et 80 m/m avec une valeur moyenne de 75 m/m Hg. Ces chiffres nous paraissent un peu élevés bien qu'ils soient inférieurs à ceux que donne le Pachon : employant

comparativement la méthode oscillatoire (sphygmomètre d'Erlanger) et la méthode auscultatoire, Melvin et Murray ont relevé avec la première une moyenne de 68 m/m et avec la seconde une moyenne de 65, 7 m/m.

La méthode, en elle-même, est facile à appliquer ; l'instrumentation qu'elle exige est des plus simples. En utilisant l'index diastolique correct, cette technique constitue, pour la détermination de Mn, une méthode excellente.

Mais, ici comme dans les autres méthodes, il est parfois difficile ou impossible d'observer une transition nette. Cette impossibilité, rencontrée par Tixier dans 5 % des cas, a été observée par cet auteur chez deux genres de malades : chez les uns, les artères vibrent trop (insuffisance aortique, par exemple) et dans ce cas les sons artériels persistent longtemps, parfois même lorsque la compression est descendue à zéro ; chez les autres, au contraire, les artères ne vibrent pas assez (artères sclérosées, faiblesse cardiaque...etc.) et alors les sons artériels ne sont pas nets sur toute la hauteur de la compression.

Chez les autres sujets (95 %), les résultats obtenus, sont très nets. Tixier estime cette méthode supérieure aux autres : elle donne Mx avec assez d'exactitude et permet en outre, par l'étude des sons artériels, d'avoir quelques renseignements sur l'état de la circulation (Voy. renvoi de la page 67).

3° Pression diastolique vibratoire :

En général, il y a concordance entre les chiffres obtenus, pour Mn, par la méthode vibratoire d'Ehret

et la méthode auscultatoire. Tixier, en prenant les précautions nécessaires pour toute mesure comparative, déclare que cette concordance est presqu'absolue et se produit presque toujours. Il préfère cependant la méthode auscultatoire qui serait :

a) — d'un emploi plus facile. Cela tiendrait : « à l'acuité sensitive plus grande et plus éduquée de l'ouïe chez le médecin, comparée à celle de son tact ». Nous ferons cependant remarquer que le temps employé par le praticien à habituer l'oreille à l'application des écoutes du phonendoscope et à éliminer les bourdonnements produits par l'occlusion des conduits auditifs, est comparable à celui qu'il emploie à éduquer ses doigts en vue de la perception de la vibrance humérale.

b) Plus constante dans ses résultats. Avec la méthode auscultatoire, les cas dans lesquels la détermination de Mn est douteuse ou difficile seraient moins fréquents qu'avec la méthode vibro-palpatoire :

	Cas difficiles	Cas impossibles
Méthode auscultatoire	5	4
Méthode vibratoire.....	10	6

Il reconnaît cependant que, au fur et à mesure qu'il éduquait son tact, ces cas devenaient moins nombreux avec la méthode vibratoire qui lui était moins familière au début. D'ailleurs, avec la méthode d'Ehret, cette impossibilité s'observe chez les mêmes sujets qu'avec la méthode auscultatoire (sujets dont les artères vibrent trop ou ne vibrent pas assez). En outre, on a parfois une certaine difficulté

à palper l'humérale au pli du coude, soit qu'on n'arrive pas à la repérer (avec un peu d'habitude, on saura, tout de suite, la trouver), soit, surtout, que l'artère soit trop profondément enfouie, par suite de l'embonpoint du sujet : dans ce cas, la vibrance humérale est trop peu nette pour qu'il soit possible d'en nuancer les variations.

Gallavardin et Kilgorre, après une longue pratique, arrivent *à donner la préférence, pour la recherche de la tension diastolique, à la méthode d'Ehret*, " plus simple et tout aussi exacte que les autres", en conseillant, dans les cas douteux, de se servir de la méthode auscultatoire.

Ces deux méthodes exigeant, somme toute, la même instrumentation et permettant, par leur emploi simultané ou successif, de déterminer, dans le plus grand nombre des cas, la tension minima, avec le plus d'exactitude possible, nous pensons que le praticien pourra employer indifféremment l'une ou l'autre ou, mieux, l'une et l'autre afin d'avoir plus de certitude.

DEUXIÈME PARTIE

Mesures comparatives

I. — Conditions générales de la sphygmomanométrie comparée :

Pour pouvoir comparer entre eux les chiffres trouvés, pour Mx et Mn, par l'emploi des différentes méthodes, il faut se soumettre à certaines conditions

sans lesquelles cette comparaison ne saurait être qu'illusoire :

1° Manomètre :

Nous avons exposé au chapitre premier les erreurs qui peuvent être introduites par un manomètre faux et non vérifié. Il faut donc s'astreindre à n'employer, avec toutes les méthodes, qu'un seul manomètre métallique qu'on adjoindra, chaque fois, au reste de l'instrumentation.

Ce manomètre devra être vérifié de préférence, mais, même s'il ne l'était pas, le fait n'aura pas une grande importance : la même erreur, en plus ou en moins, sera commise sur toutes les lectures et les différences, entre celles-ci, resteront invariables.

2° Membre comprimé :

On devra faire les mesures toujours sur le même membre. En général. on choisit le bras ; tout d'abord sa conformation, à peu près cylindrique, se prête mieux à l'adaptation de la manchette et l'humérale pourra être bien prise dans la compression, (le bras sera découvert jusqu'à l'épaule, en évitant toute constriction, à ce niveau, par les vêtements du sujet) ; en second lieu, la partie moyenne du bras correspond, à peu près, au niveau du cœur : puisque c'est la pression à l'intérieur du cœur que l'on veut connaître, il faut donc ramener toutes les mesures à son niveau, faire " la notation à la hauteur du cœur ".

Quelle que soit la position du sujet, si le bras

est allongé parallèlement au corps, cette condition est satisfaite.

Elle l'est encore, si le malade est couché, quel que soit le point où l'on applique le brassard,

Si le sujet a une autre attitude et si on ne fait pas les mesures sur le bras, ou si le bras n'est pas allongé le long du corps, il faudra évaluer approximativement, en centimètres, la distance verticale entre le point moyen de la compression et le niveau moyen du cœur, et diviser le nombre trouvé par 13 : le quotient obtenu représente, en centimètrss de mercure, la quantité qu'il faudra ajouter ou retrancher au chiffre donné par le manomètre, selon que la compression a été faite au-dessus ou au-dessous du niveau du cœur.

3° Succession des mesures :

Les différentes mesures devront être faites, autant que possible, pendant la même manœuvre de compression et de décompression, et non échelonnées sur plusieurs de ces manœuvres.

Les expérimentateurs ont insisté, en effet, sur le fait suivant : si on fait plusieurs mesures successivement, en comprimant et décomprimant, chaque fois, le membre, on remarque que la tension systolique a une tendance très nette à baisser alors que la tension diastolique reste à peu près fixe.

Gallavardin et Haour, étudiant cette question en 1912, en prenant la tension 5 à 6 fois dans les cinq premières minutes — temps au bout duquel les chiffres restent stationnaires en général — ont constaté que :

a) — Chez les femmes, la tension baissait tou-

jours ; la chute égalait ou dépassait un centimètre et demi dans 58 °/₀ des cas et dans 28 °/₀ des cas, elle était égale ou supérieure à deux centimètres de mercure.

b) — Chez les hommes, dans 8 °/₀ des cas la tension ne baissait pas : les chiffres trouvés dans la première mesure étaient retrouvés dans les suivantes. Dans les autres cas, la chute, moins importante que chez les femmes, atteignait ou dépassait cependant un centimètre dans 64 °/₀ des cas et dans 28 °/₀ des cas, elle oscillait entre un centimètre et demi et deux centimètres et demi de mercure.

Cette chute de la tension systolique — que nous savons devoir être attribuée à la cessation du spasme artériel (Voy. p. 23) [1] — nous permet deux conclusions :

1° — Dans toute détermination de la pression artérielle, il ne faut pas se contenter de faire une seule mesure : il faudra en faire, pendant cinq minutes, six ou sept, en décomprimant, chaque fois, le membre jusqu'au zéro, pour éviter la stase veineuse. On prendra, pour Mx et Mn, non les premiers chiffres trouvés, mais les derniers : c'est ce que Gallavardin appelle *« noter la tension résiduelle »*.

2° — Dans les mesures comparatives, il faudra faire toutes les lectures au cours de la même manœuvre de compression ou de décompression, ou, mieux, attendre que la « tension résiduelle » soit obtenue et, à ce moment, employer, à son aise, successivement les méthodes que l'on désire étudier.

---

(1) Il faudrait, peut-être, y ajouter des influences psychiques.

Il ne faut pas cependant faire durer la séance plus d'un quart d'heure, les effets réflexes pouvant alors intervenir et faire varier la pression.

II — Conditions dans lesquelles nos mesures ont été faites :

Pour satisfaire aux conditions énoncées ci-dessus, nous avons dû faire nos mesures dans les circonstances suivantes :

1° — Nous avons employé, comme seul manomètre, le manomètre métallique affecté à l'oscillomètre de Pachon du Laboratoire de Physique Médicale : ce manomètre a été vérifié au début de notre travail. Comme manchette, nous avons employé un brassard de douze centimètres de hauteur. Nous ne faisions agir le séparateur que lorsque, voulant obtenir la tension maxima ou la tension minima oscillatoires, nous avions à observer les oscillations de l'aiguille mûe par la capsule manométrique de l'appareil ; dans les autres cas, l'appareil ne nous servait que par les indications de son manomètre. Comme instrument d'insufflation, nous avons préféré la poire du Riva-Rocci à la pompe de l'oscillomètre, la poire permettant, plus commodément, d'augmenter la compression de quantités minimes. Si on ajoute à cela la facilité de décompression que nous permettait la vis d'échappement de l'oscillomètre, on voit que nous nous sommes placé dans les meilleurs conditions pour augmenter ou diminuer la compression d'aussi petites quantités que nous le voulions.

2° Nous avons déterminé, approximativement, Mx et Mn sur un bras, puis nous avons mis le brassard sur l'autre bras. Nous avons alors confié la poire d'insufflation à un aide, en lui recommandant de n'augmenter la compression que de très petites quantités (2 à 3 $^{m}/^{m}$ Hg à chaque fois), surtout au voisinage des zones critiques.

Pendant que l'aide insufflait progressivement de l'air, d'une main, nous cherchions la vibrance humérale et de l'autre, nous tâtions le pouls radial ; nous notions ainsi la minima vibratoire et la maxima palpatoire.

Cette tension maxima palpatoire obtenue (extinction du pouls radial), nous augmentions la compression de 4 à 5 centimètres de mercure et nous commencions la décompression. D'une main, nous tenions la plaque du phonendoscope appliqué sur l'humérale, au-dessous du brassard (ce qui nous permettait de noter la tension maxima et la tension minima auscultatoires) et de l'autre, nous agissions, alternativement, sur la vis d'échappement et sur le séparateur (nous obtenions ainsi les tensions maxima et minima oscillatoires).

De cette façon, nous avons pu déterminer, au cours de la même manœuvre de compression, tous les chiffres que nous cherchions : nos mesures ont donc été faites simultanément. En général, surtout lorsque nous en avons acquis un peu l'habitude, l'expérience ne durait pas plus de deux minutes.

Nous avons fait ces manœuvres sur 19 sujets sains et nous avons noté les nombres ci-après :

Méthodes	Chiffres moyens en m/m Hg	Chiffres limites en m/m Hg	
Mx palpatoire	119	110	130
Mx auscultatoire.....	125	115	140
Mx oscillatoire	147	135	160
Mn oscillatoire	91	85	100
Mn auscultatoire.....	74	70	85
Mn vibro-palpatoire	75	70	90

CONCLUSIONS

Répondant à la question que nous nous sommes posé au début de ce travail :

« Quelle est la méthode sphygmomanométrique qui, donnant les pressions artérielles maxima et minima avec la plus petite surestimation sur leurs valeurs réelles, exige l'instrumentation la plus simple, la moins onéreuse et la plus commode à manier, tout en étant d'une technique facile ? »,

nous dirons :

1° Relativement à la pression maxima :

La méthode de Riva-Rocci est, sans conteste, celle qui réalise le mieux ces conditions.

Dans les cas douteux ou impossibles, on emploiera, comme « méthode adjuvante », la méthode auscultatoire de Korotkow qui pourra être de quelque utilité.

2° Relativement à la pression minima :

Deux méthodes s'équivalent :

La méthode vibro-palpatoire d'Ehret sera employée de préférence, étant celle qui exige l'instrumentation la plus simple.

Dans les cas difficiles ou impossibles, on pourra utiliser la méthode auscultatoire.

BIBLIOGRAPHIE

Nota. — Notre sujet comportant une bibliographie très vaste, nous n'indiquons ici que les ouvrages que nous avons pu consulter. Nous prions le lecteur de consulter l'excellent ouvrage de Gallavardin « La tension artérielle en clinique », dans lequel il trouvera toutes les indications bibligraphiques nécessaires.

Barré et Strohl. — Etude comparée des méthodes générales de sphygmomanométrie. Détermination des pressions maxima et minima au moyen de l'inscription graphique (Presse Médicale, 15 mars 1917).

Cordier et Rebattu. — Etude comparée des méthodes palpatoire et oscillatoire dans la mensuration clinique de la pression artérielle (Archives des Maladies du cœur, décembre 1911).

Cottet. — La méthode sphygmomanométrique auscultatoire (étude de clinique). (Presse Médicale, 8 octobre 1917).

Dehon, Dubus et Heitz. — Mesure directe de la pression artérielle chez l'homme, comparaison avec les procédés cliniques (Société de Biologie, 18 mai 1912).

Enriquez et Cottet. — Considérations critiques de tech-

nique et palpation instrumentale sphygmomanométrique (Presse Médicale, 20 mars 1912).

Finck. — Sur quelques points de technique sphygmomanométrique (Lyon Médical, 16 juin 1912).

— La mesure de la tension artérielle par la méthode vibro-palpatoire (Paris Médical, 30 avril 1913).

Gallavardin. — Chute et pente diastoliques de la tension artérielle. Hypotension et hypertension diastoliques (Lyon Médical, 25 juin 1911).

— La mesure de la tension artérielle dans la pratique courante (Lyon Médical, 10 novembre 1912).

— Pression systolique oscillatoire ou palpatoire ? (Lyon Médical, 10 novembre 1912).

— Sphygmomanométrie simple, sans oscillations. Méthode Riva-Rocci-Ehret (Journal des Praticiens, 3 et 10 janvier 1914).

— La tension artérielle en clinique, 2e édition, Paris, 1920.

Gallavardin et Haour. — Baisse systolique de la tension artérielle au moment de la mensuration (Archives des Maladies du cœur, février 1912).

Gley. — Physiologie, 4e édition, Paris 1919.

Lian. — Comment mesurer la tension artérielle (Paris Médical, décembre 1913).

— Pression artérielle (Technique clinique médicale de Sergent, 3e édition, Paris 1918).

Lian et Morel. — De l'exactitude de la méthode de Riva-Rocci dans la mesure de la pression artérielle maxima (Société de Biologie, mai 1913).

Marfan. — Le sphygmomanomètre de Potain (Paris Médical, juillet 1916).

Marfan et Dorlencourt. — Recherches sur les appareils destinés à mesurer la tension artérielle chez l'homme (Annales de Médecine, juillet-août 1916).

Pachon. — Sur la méthode des oscillations et les conditions correctes de son emploi en sphygmomanométrie clinique (Société de Biologie, 8 mai 1909).

— Oscillomètre sphygmométrique à grande sensibilité et à sensibilité constante (Société de Biologie, 15 mai 1909).

— Sur l'erreur de principe de la méthode de Riva-Rocci dans la détermination de la pression artérielle chez l'homme (Société de Biologie, 12 juin 1909).

— La mesure de la tension artérielle par la méthode des oscillations ; l'oscillométrie pratique (Paris Médical, juillet 1911).

Pons. — Contributions à l'étude de la sphygmomanométrie directe. Documents expérimentaux sur le fonctionnement dynamique du manomètre à mercure (Thèse de Bordeaux, 1912).

— Note sur l'erreur de principe de la méthode sphygmomanométrique de Riva-Rocci (Journal des Praticiens, 24 novembre 1917).

Potain. — La pression artérielle à l'état normal et pathologique, Paris, 1902.

Tixier. — Comment le praticien doit prendre la tension artérielle (Paris Médical, 10 février 1917).

— La méthode auscultatoire en sphygmomanomé-

trie, ses insuccès, leurs causes et leurs remèdes (Paris Médical, 24 mars 1917).

— La méthode auscultatoire en sphygmomanomètrie ; sa valeur clinique et scientifique comparée aux autres méthodes (Paris Médical, 8 juin 1918).

— La méthode auscultatoire en sphygmomanométrie ; ses résultats, ses avantages particuliers (Paris Médical, 28 juin 1918).

APPENDICE

PREMIÈRE PARTIE

Tension intra-oculaire

La tension à l'intérieur de l'œil est supérieure à la pression atmosphérique ; autrement, comment expliquer que cet organe, mobile dans une cavité osseuse et tiré de tous sens par de nombreux muscles, ne se déforme pas. Une expérience bien simple permet de le montrer : si on perfore la cornée d'un œil fraîchement énuclée, on voit, aussitôt, sourdre le liquide intra-oculaire.

La détermination de cette tension oculaire est très importante pour les ophtalmologistes, et ce, surtout dans le glaucome, puisque, cliniquement, on confond hypertension oculaire et glaucome.

Brissaud, en 1709, fit le premier le palper digital du globe et constata des hypertensions oculaires.

Ce palper fut précisé par Bowmann qui conseilla de figurer les sensations digitales recuillies, par les notations :

$$T+1, \quad T+2, \quad T+3$$

ou

$$T-1, \quad T-2, \quad T-3$$

selon que l'œil paraissait avoir une légère, une grande ou une très grande hypertension ou hypotension.

Ce procédé n'étant qu'un pis aller franchement insuffisant, on chercha à construire des appareils

permettant de mesurer la tension oculaire : les nombreux tonomètres qui furent inventés (De Graefe, Hammer, Donders, Dor, Fick, Nicati, Imbert, Maklakoff), étaient incomplets et donnaient des résultats peu précis.

En 1905, le Professeur Schiotz fit construire, à Christiania, un nouveau tonomètre : permettant d'évaluer la tension oculaire avec une précision suffisante en clinique et cette mesure se faisant aussi facilement qu'une détermination de la tension générale sur l'humérale, cet appareil fut adopté par tous les oculistes. Il est le seul employé actuellement.

I. — Principe :

Etant donné une enveloppe, de forme sphérique ou sphéroïdale, dont les parois sont à peu près inextensibles, et renfermant un fluide sous une tension T, si nous exerçons, normalement à un point de sa surface, une petite pression P, nous déterminons, en ce point, une petite déformation qui imprime à ce point un léger déplacement D. On démontre (loi de la proportionnalité d'un effet à sa cause, lorsque l'effet est petit), qu'entre ces éléments petits, existe la relation :

$$T = D : P$$

C'est sur ce principe qu'est basé l'emploi du tonomètre de Schiotz :

T représente la tension oculaire ; D, la déformation subie par la cornée lors de l'application de l'appareil : elle est donnée par la graduation de cet appareil ; P, le poids qui agit sur la cornée, est également donné par l'instrument.

II. — Instrumentation :

Le tonomètre de Schiotz se compose d'une tige cylindrique de 3 millimètres de diamètre et de 50 millimètres environ de longueur. Une des extrémités de cette tige, mousse, émerge au pôle d'une petite calotte sphérique (qui épouse à peu près la forme de la cornée). C'est cette extrémité qui viendra déprimer la cornée. A un centimètre environ de l'autre extrémité est fileté un pas de vis : c'est sur ce pas de vis qu'on adapte des masses, marquées 5 gr. 5, 7 gr. 5, 10 gr. et 15 gr. et qui sont telles que leur masse, ajoutée à celle de la tige, donne, respectivement, une masse totale de 5 gr. 5, 7 gr. 5, 10 gr. et 15 gr. Ce sont les poids correspondants qui représentent le terme P de l'expression.

La tige, dépassant ces masses additionnelles, agit sur la petite branche d'un levier coudé dont la grande branche se déplace devant une graduation. Le rapport de ces deux bras de levier est tel que, en moyenne, un déplacement de un millimètre de la tige cylindrique (correspondant à une dépression de un millimètre de la cornée) et, par suite, de la petite branche, imprime à la grande branche une excursion de 20 millimètres devant la graduation. C'est la position de ce grand bras du levier, devant l'échelle de la graduation, qui nous donnera le terme D de notre expression.

Un chariot, dans l'axe duquel glisse l'appareil, permet de maintenir celui-ci en équilibre sur la cornée. Le glissement de l'appareil à l'intérieur de ce chariot se fait par l'intermédiaire de six petites roulettes : ce détail de construction a été heureuse-

ment introduit pour substituer, au frottement par glissement, un frottement par roulement, qui diminue beaucoup les pertes [1].

III. — Technique :

On commence par vérifier, préalablement, le tonomètre : pour cela, on le pose verticalement sur la cornée métallique qui l'accompagne. L'aiguille doit s'arrêter au zéro de la graduation qui est représenté par la première division de l'échelle.

Le sujet sera couché, la tête un peu renversée en arrière et les yeux regardant fixement le plafond. On écarte les paupières avec deux doigts de la main gauche ou, de préférence, avec un blépharostat et on instille dans l'œil deux ou trois gouttes d'une solution d'holocaïne à 2 °/₀ pour l'anesthésier [2].

On adapte à la tige cylindrique le poids marqué 5 gr. 5 et on place, bien verticalement, l'appareil sur le centre de la cornée (une bonne application sera obtenue lorsque la grande branche du levier aura, de part et d'autre du trait devant lequel elle s'est arrêtée, des oscillations isochrones au pouls [3]).

---

(1) On démontre, en effet, en mécanique, que le frottement par roulement entraîne une déperdition d'énergie moindre que celle occasionnée par le frottement par glissement.

(2) Eviter l'emploi d'une solution de cocaïne qui a, le plus souvent, un effet hypotenseur, alors que l'holocaïne parait ne pas avoir d'influence sur la tension oculaire.

(3) Ces oscillations de l'aiguille n'indiquent pas seulement que l'appareil est correctement posé ; elles seraient susceptibles de donner, par leur plus ou moins grande amplitude, des indications sur la tension artérielle intra-oculaire, et leur étude pourrait constituer une nouvelle méthode de détermination de la tension dans les artères de l'œil (Voy. Bailliart: Les oscillations du tonomètre de Schiotz.... Annales d'Oculistique, février 1919).

On note le trait de la graduation devant lequel l'aiguille s'est arrêtée : supposons qu'elle soit devant le trait 5 avec le poids de 5 gr. 5. On se reporte alors au diagramme joint à l'appareil (dans les derniers modèles qui ont été construits, ce diagramme est gravé sur une plaque métallique fixée à la face interne du couvercle de l'appareil, alors qu'auparavant, il était imprimé sur une feuille volante que l'on pouvait perdre ou déchirer).

Ce diagramme porte en abscisses les déviations de l'aiguille et en ordonnées les pressions en millimètres de mercure. Quatre courbes, relatives aux poids marqués 5 gr. 5, 7 gr. 5, 10 gr. et 15 gr., qui y sont tracées, donnent, par leur intersection avec des lignes verticales, parallèles à la ligne des ordonnées, et partant des points qui ont pour abscisses 1, 2, 3, 4....., la valeur de la tension oculaire qui correspond, pour chacun de ces poids, à la division devant laquelle s'est arrêtée l'aiguille.

Dans notre exemple (poids de 5 gr. 5 et trait 5 de la division de l'échelle), la tension de l'œil, donnée par ce graphique, est égale à 18 millimètres de mercure.

Schiotz recommande de ne considérer une lecture comme bonne que si l'aiguille s'est arrêtée entre les divisions 2 et 4 (généralement, on va jusqu'à 6) : la sensibilité de l'appareil serait donc plus grande entre ces limites.

Avec un œil normal et le poids marqué 5 gr. 5, cette condition est satisfaite. Mais, pour peu que l'œil soit hypertendu, l'aiguille reste au zéro : le poids de 5 gr. 5 n'est pas suffisant pour déformer la cornée. On enlève alors ce poids et on lui substi-

tue le poids marqué 7 gr. 5, au besoin celui de 10 gr., ou même celui de 15 gr., jusqu'à ce que l'on obtienne une excursion convenable de l'aiguille. En se reportant au diagramme on a, facilement, la tension que l'on cherche. Schiotz recommande de faire trois lectures consécutives et d'en prendre la moyenne arithmétique.

IV. — Chiffres trouvés :

Une seule fois, un œil a été mis directement en communication avec un manomètre : Wahlfors, qui a fait cette mesure unique, a noté le chiffre de 25 m/m Hg.

Toutes les autres mesures ont été faites avec les tonomètres : Schiotz donne, comme limites de la tension oculaire 15 m/m 5 et 25 m/m de mercure.

On admet actuellement que *la tension moyenne d'un œil normal est de 18 m/m Hg* (l'aiguille du tonomètre s'arrête à la division 5 avec le poids de 5 gr. 5) avec des variations possibles entre 12 et 27 m/m. Au-dessous de 12 m/m, on admet qu'il y a hypotension oculaire et, au-dessus de 27 m/m, on peut dire hypertension.

L'âge ne paraît pas avoir d'influence sur le tonus de l'œil jusqu'à la vieillesse exclusivement, mais l'ophtalmotonus paraît baisser chez les vieillards.

Rapports entre l'ophtalmotonus et la tension générale :

La circulation uvéale, qui règle la tension oculaire, fait partie de l'appareil circulatoire général et sa tension suit les variations de la tension générale. On peut donc prévoir que :

1° Si l'apport carotidien diminue, il y aura hypotension oculaire.

2° Si, par contre, la circulation veineuse de retour est entravée, on observera une hypertension oculaire.

La pratique montre que ces prévisons ne sont exactes que jusqu'à un certain point : l'œil possède un « système régulateur personnel » qui lui permet de limiter les variations de son tonus.

Nous allons exposer, succintement, les expériences qui ont été faites pour étudier parallèlement la tension artérielle et l'ophtalmotonus :

a) Hypotension artérielle et hypotension oculaire :

Les expériences de Scholten, Leber et surtout de Wessely (ralentissement du cœur par exitation du bout périphérique du pneumogastrique, anémie par forte saignée, exitation du nerf dépresseur de Cyon : tous, moyens amenant la baisse de la tension artérielle) montrent qu'il y a parallélisme entre la baisse de la tension générale et celle de l'ophtalmotonus : celui-ci, pour une même diminution de la tension générale, diminuera d'autant plus qu'il était primitivement plus élevé.

b) Hypertension artérielle et hypertension oculaire :

Les mêmes expérimentateurs, élevant la tension générale (par compression de l'aorte abdominale. par section du pneumogastrique....., etc.), ont constaté que le tonus de l'œil s'élevait également. L'hypertension, qui, ici, est d'autant plus accusée que la tension était primitivement plus basse, est proportionnellement moins considérable que l'hypertension provoquée.

c) Dissociation entre la tension générale et la tension oculaire :

Jusqu'ici, nous avons constaté le parallélisme

entre les deux tensions, mais la dissociation peut s'observer dans certains cas.

Ainsi, nous savons que chez les vieillards, l'ophtalmotonus a tendance à baisser et, cependant, chez eux, la tension artérielle tend plutôt à s'élever.

Expérimentalement, on a réalisé cette dissociation : une injection intra-veineuse d'adrédaline provoque une élévation de la tension générale et, au contraire, une baisse de la tension oculaire (Hendersen et Starling, Wessely).

Cette dissociation paraît être sous l'influence du « système régulateur personnel » de l'œil et montre l'importance du rôle qu'il faut attribuer, en ophtalmologie, à la circulation locale de l'œil.

DEUXIÈME PARTIE

La tension dans les branches de l'artère centrale de la rétine

Nous avons montré, dans l'introduction, l'intérêt de la question ; nous allons en exposer ici les principes.

On peut prévoir, de prime abord, que, normalement la tension dans ces artères doit être supérieure à la tension intra-oculaire ; selon la remarque de Magitot, « une tension oculaire supérieure à la tension vasculaire supprimerait la circulation locale » par l'accolement des parois des vaisseaux et produirait la cécité ; c'est ce qui arrive, d'ailleurs, dans le glaucome, à un stade avancé.

I. — Principe :

La détermination de la tension dans les branches de l'artère centrale de la rétine est basée sur le même principe du « décollapsus » que la méthode oscillatoire en sphygmomanométrie générale.

Si on examine, à l'ophtalmoscope, la papille d'un œil normal, on voit les vaisseaux immobiles, en général ; parfois on peut observer des pulsations veineuses (elles se font alors longitudinalement au vaisseau) qui n'ont aucun rapport avec la question que nous étudions. Mais si, continuant l'examen ophtalmoscopique, on exerce une compression progressive sur l'œil, on augmente sa tension intérieure et, à un moment donné, on voit les artères présenter des battements latéraux. Si on vient à augmenter encore graduellement la compression, ces battements ont une amplitude croissante, puis décroissante et, à une certaine valeur de compression, ils sont complètement supprimés.

Il est facile de comprendre que le premier battement apparaît lorsque la compression exercée sur les parois des artères (elle comprend la tension intra-oculaire et la compression exercée du dehors) est égale à la tension diastolique dans ses artères. De même, ces battements s'éteignent lorsque cette compression totale équilibre la tension systolique de ces vaisseaux.

II. — Instrumentation :

Elle se compose de deux parties :

1° L'appareil d'examen,

2° L'appareil de compression.

1° Appareil d'examen :

C'est l'instrumentation dont on se sert pour l'ophtalmoscopie ordinaire : si on veut faire l'examen par le procédé dit « à l'image renversée », à l'ophtalmoscope — chaque oculiste emploiera le modèle dont il se sert le plus volontiers — on ajoutera une lentille de 13 à 20 dioptries ou, de préférence, une loupe de Polack qui donne un plus gros grossissement. Si on veut faire l'examen par le procédé dit « à l'image droite », les conditions spéciales de la mesure imposent un ophtalmoscope électrique.

2° Appareil de compression :

Au début de ses travaux, Bailliart employait le sphygmomanomètre de Bloch-Verdin. Il y a vite renoncé ; cet appareil, construit pour la détermination de la tension artérielle de la radiale, n'est sensible que pour une pression comprise entre 12 et 15 centimètres ; au-dessous de 12 centimètres, ses indications sont fausses. Enfin la limite inférieure de sa graduation, correspondant à la pression exercée par une colonne mercurielle de 30 m/m, est encore élevée pour les mesures qui nous intéressent.

Il a fait construire par Boulitte un dynamomètre basé sur le même principe de construction que le Bloch-Verdin, mais qui en diffère par plusieurs points :

1° La graduation, faite en grammes, c'est-à-dire correspondant au poids de la colonne mercurielle qui exercerait la même compression par unité de surface, va de 10 à 150 grammes. La simple appli-

cation de l'appareil produit un pression de 22 grammes.

2° Le bouton terminal, qu'on applique sur l'œil, a, à sa base, un diamètre de 7 m/m. La face qui sera mise sur l'œil est convexe : de cette façon l'instrument « dérape » s'il n'est pas normalement placé à la surface de l'œil.

III. — Technique :

Elle comprend deux temps :

1° Faire la compression.

2° Faire l'examen ophtalmoscopique.

1° La compression :

On peut appliquer l'appareil à travers la paupière supérieure, mais il est préférable de le mettre directement sur la sclérotique. Le lieu de choix est le quadran supéro-externe, le centre du bouton de l'appareil étant placé à un centimètre environ du limbe. Pour être correctement placé, le dynamomètre devra prolonger un rayon qui irait au centre du globe oculaire : nous savons d'ailleurs qu'il « dérape » s'il n'est pas bien placé. L'œil aura été préalablement anesthésié avec deux ou trois gouttes d'une solution d'holocaïne à 2 °/₀.

2° L'examen ophtalmoscopique :

Pour faciliter cet examen, doit-on faire dilater la pupille par l'instillation de quelques gouttes d'un collyre à l'atropine ou à la cocaïne ? Non, ces deux médicaments faisant varier la tension oculaire.

L'examen peut se faire soit par le procédé dit « à l'image renversée », soit par le procédé dit « à l'image droite ».

a). — Examen à l'image renversée :

C'est le procédé le plus facile, et à employer au début. Il a l'inconvénient d'exiger l'intervention d'un aide auquel on confie l'application du dynamomètre : la bonne application de cet appareil étant un fait capital, on voit l'importance du rôle de cet aide.

Celui-ci, placé derrière le sujet, lui relève la paupière supérieure, place le dynamomètre sur la sclérotique et exerce une compression progressive.

Pendant ce temps, l'observateur examinera le fond de l'œil du patient. L'examen ne portera que sur la papille ; c'est seulement en cette région que les vaisseaux sont assez gros pour avoir des battements facilement visibles.

On s'assurera que l'œil ne présente pas des pulsations spontanées (dans ce cas, la pression oculaire est supérieure à la tension diastolique des artères rétiniennes et on ne peut mesurer celle-ci). Il faudra aussi distinguer les pulsations artérielles des pulsations veineuses : ces dernières peuvent parfois apparaître lorsqu'on exerce la compression, mais, elles s'éteignent rapidement et elles se font selon la longueur des veines.

Ces précautions prises, l'aide note le chiffre A de la pression à laquelle apparaît le premier battement (ce battement pour être considéré comme un battement par décollapsus, deva être suivi d'une série ininterrompue d'autres battements).

L'aide augmentant la compression, l'observateur

voit, à la suite de ce premier battement, une série d'autres pulsations d'abord grandissantes, puis décroissantes. Au moment où les pulsations s'éteignent, il fait continuer la compression pendant quelque temps, puis l'aide décomprime très doucement et doit noter la pression B à laquelle réapparaissent les battements.

Le premier chiffre noté servira à la détermination de la presse minima et le second, à celle de la maxima.

b) — Examen « à l'image droite » :

Le procédé est plus difficile, mais l'aide n'est plus nécessaire et l'image observée est plus grosse.

On ne peut employer ici la source lumineuse dont on se sert ordinairement : la main de l'observateur, la gauche, lorsqu'on examine l'œil droit ; la droite, dans le cas de l'œil gauche, qui tient le dynamomètre, viendrait s'interposer entre elle et le miroir. On est donc obligé d'avoir un ophtalmoscope à éclairage électrique.

Le dynanomètre sera tenu de la main de l'observateur, main de nom contraire à l'œil qu'il examine. C'est cette main qui exercera la compression.

Les précautions à prendre sont les mêmes. Au moment où l'observateur verra apparaître le premier battement, écartant légèrement la tête, il projette le faisceau lumineux de son ophtalmoscope électrique sur le dynamomètre pour y lire le chiffre A correspondant à la compression ; il exécute la même manœuvre pour déterminer le chiffre B.

Que l'on emploie l'un ou l'autre des procédés, on ne doit pas se contenter d'une seule mesure : on devra en faire quatre ou cinq et ne conserver que

les chiffres donnés par la dernière mesure. On constate, en effet, que ces chiffres ont une tendance à baisser, surtout le chiffre B qui correspond à la tension systolique, alors que A reste à peu près stationnaire. Il s'agit là d'un phénomène sur lequel nous avons insisté à propos de la mesure de la tension générale : il ne faut noter que « la tension résiduelle ».

IV. — Interprétation des résultats :

Nous voilà donc en possession de deux chiffres A et B. Connaissant encore la tension de l'œil (mesurée au Schiotz), représentée par T, comment allons-nous en déduire les valeurs de Mn et de Mx.

Il était tout naturel — et c'est ce qu'a fait Bailliart au début — de supposer que la compression s'ajoutait à la tension oculaire ; leur somme viendrait alors équilibrer soit Mn, soit Mx :

Mn = A, évalué en $^{m}/^{m}$ Hg + T, mesurée au Schiotz.

Mx = B, évaluée en $^{m}/^{m}$ Hg + T, mesurée au Schiotz.

Expérimentalement, Bailliart a trouvé qu'il n'en était pas ainsi : les résultats varient avec la valeur initiale de la tension oculaire.

Prenant la poire du Potain, il y met de l'eau à une pression de 10 $^{m}/^{m}$ Hg et exerce sur elle, avec le dynamomètre, une compression égale à 25 grammes : la pression, à l'intérieur de la poire est portée de 10 à 18 $^{m}/^{m}$ de mercure. Sur la même poire, préalablement tendue à 40 $^{m}/^{m}$ Hg, il exerce la même compression de 25 grammes ; la compression totale n'est que de 42 $^{m}/^{m}$. La même compression a augmenté la tension intérieure de 8 $^{m}/^{m}$ dans le premier cas et de 2 $^{m}/^{m}$ dans le second.

Bien que les résultats de ces expériences, faites sur une poire de caoutchouc, ne puissent être étendus à l'œil que sous certaines réserves, ces expériences montrent, néanmoins, que la pression totale qui règne à l'intérieur de l'œil n'est pas égale à la somme de la compression et de la tension oculaire initiale.

Bailliart conseille de tourner la difficulté de la façon suivante :

Mesurer au préalable la tension oculaire avec le Schiotz ; procéder à l'examen ophtalmoscopique qui donne les deux chiffres A et B. Cela fait, répéter la manœuvre du Schiotz, mais, en même temps, exercer avec le dynamomètre une compression égale à A : le Schiotz donne la tension totale qui règne à l'intérieur de l'œil. C'est la tension diastolique dans les artères rétiniennes.

En exerçant une compression égale à B, on a de même, par le Schiotz, la valeur de la tension systolique.

Pour ces mesures, il faut employer le Schiotz avec la masse additionnelle marquée 10 grammes.

Bailliart a dressé un tableau qui permet d'éviter les deux dernières manœuvres du Schiotz, une seule application de cet appareil donnant la tension initiale de l'œil. Sur une rangée de ce tableau sont portées, en abscisses, les valeurs de la compression et, sur une rangée, perpendiculaire à la première, sont portées, en ordonnées, les valeurs initiales de la tension oculaire. Etant données une tension oculaire initiale, mesurée au préalable au Schiotz, et une valeur de compression, donnée par le dynamomètre, le chiffre correspondant, égal soit à Mn soit

à Mx, et ayant pour coordonnées ces deux valeurs, se trouvera à l'intersection des rangées partant de ces deux nombres.

Si on examine un œil dont la tension paraît être normale, on peut supposer que cette tension est égale à 18 m/m de mercure et se passer du Schiotz.

V. — Chiffres trouvés :

Avant Bailliart, Weiss, se basant sur la décroissance physiologique de la tension du cœur à la périphérie, estimait que la pression dans les artères de la rétine variait de 50 à 70 m/m.

Magitot et Bailliart jugent ces chiffres trop élevés. Ce dernier, utilisant sa méthode, trouve *pour Mn une valeur moyenne de 25 m/m et pour Mx, 50 m/m en moyenne, pour un œil de tension normale (18 m/m Hg).* La tension dans les branches de l'artère centrale de la rétine serait ainsi normalement supérieure à la tension intra-oculaire de 5 à 10 m/m pendant la diastole et de 30 à 35 m/m pendant la systole.

Pour un œil de tension normale, il y a hypotension artérielle lorsque Mn est inférieure à 20 m/m et Mx à 35 m/m : dans ce cas, la simple application du dynamomètre fait apparaître les pulsations et une compression inférieure à 50 grammes, les fait disparaître.

Pour le même œil, il y a hypertension artérielle chaque fois que Mn est supérieure à 30 m/m et Mx à 60 m/m. Il faut alors exercer une compression supérieure à 35 m/m pour faire apparaître les battements et une compression supérieure à 80 m/m pour les faire disparaître.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Bailliart. — Société d'Ophtalmologie, 1909.

— Recherches sur la pression artérielle intra-oculaire (Annales de Médecine, Mai-Juin 1917, page 329).

— Circulation artérielle rétinienne. Essais de détermination de la tension artérielle dans les branches de l'artère centrale de la rétine (Annales d'Oculistique, Mai 1917, page 257).

— Etude d'une circulation locale, la circulation rétinienne ; détermination de ses chiffres de pression (Archives des Maladies du cœur, Janvier 1919).

— Les oscillations du levier du tonomètre de Schiotz. Leur valeur sphygmomanométrique. Un procédé d'enregistrement (Annales d'Oculistique, Février 1919, page 73).

Fourrière. — Recherches cliniques sur l'emploi du tonomètre de Schiotz (Annales d'Oculistique, Janvier 1913, page 26).

Magitot. — La tension oculaire physiologique (Annales d'Oculistique, Mai-Juin 1917).

Vu :

Le Président de Thèse,

Alger, le 4 Juin 1921.

Dr J. HÉRAIL.

Vu :

Le Doyen,

Dr CURTILLET.

Vu et permis d'imprimer :

Alger, le 6 Juin 1921.

Le Recteur,

E. ARDAILLON.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 5

Introduction 13

Chapitre premier. — Généralités 19

Chapitre II. — La méthode palpatoire 37

Chapitre III. — La méthode oscillatoire 49

Chapitre IV. — La méthode auscultatoire. —
— La méthode vibro-palpatoire 61

Chapitre V. — Etude comparée des méthodes
sphygmomanométriques ... 73

Conclusions 93

Bibliographie 95

Appendice : I Tension intra-oculaire 99

— II Tension dans les branches de
l'artère centrale de la rétine 106